

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Самарский государственный технический университет» $(\Phi \Gamma EOV BO \ «Сам \Gamma T У»)$

УТВ	ЕРЖДАН	O:		
Прс	ректор	по учебно	ой рабо ⁻	ге
		/ 0.	В. Юсуг	10ва
П	ш		20	Γ.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.07 «Математические модели механики сплошных сред»

ика				
Очная 2022				
НЫХ				

Б1.В.07 «Математические модели механики сплошных сред»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **01.03.02 Прикладная математика и информатика**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 9 от 10.01.2018 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат физикоматематических наук, доцент

(должность, степень, ученое звание)

Заведующий кафедрой

заведующий кафедрой

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебнометодической комиссии)

Руководитель образовательной программы

Е.В Башкинова

(ΦΝΟ)

В.П. Радченко, доктор физико-математических наук, профессор

(ФИО, степень, ученое звание)

Я.Г Стельмах, кандидат педагогических наук

(ФИО, степень, ученое звание)

В.П. Радченко, доктор физико-математических наук, профессор

(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми	1
результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	6
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов,	
выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на	
самостоятельную работу обучающихся	7
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного	на
них количества академических часов и видов учебных занятий	8
4.1 Содержание лекционных занятий	8
4.2 Содержание лабораторных занятий	11
4.3 Содержание практических занятий	11
4.4. Содержание самостоятельной работы	13
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)	17
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса	ì
по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения	18
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз	
данных, информационно-справочных систем	18
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесс	:a
по дисциплине (модулю)	19
9. Методические материалы	19
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)	21

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)					
Профессиональные компетенции								
Не предусмотрено	ПК-1 Способен к комплексному исследованию научных и технических проблем с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента	ПК-1.1 Знает основные принципы построения математических моделей сложных комплексных объектов и процессов и методики исследования этих моделей; современные технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Знать классические математические модели механики сплошных сред и их свойства, а также теоретические методы построения математических моделей (формулировки математических постановок задач теории упругости, типов граничных и начальных условий, принципы построения определяющих соотношений изотропных упругих сред, идеальной жидкости, задач термоупругости, упругопластичности), методы их анализа и решения.					
		ПК-1.3 Умеет ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования, выявлять общие закономерности исследуемых объектов, выбирать методы исследования математических моделей	Уметь формулировать математическую модель и постановку задачи в рамках механики сплошной среды, провести анализ уравнений и построение решения, применить полученные знания для решения актуальных практических задач					
	ПК-2 Способен сформулировать задачу профессионально й деятельности в области прикладной математики и информализовав ее на основе знаний математического аппарата и естественнонаучных дисциплин	ПК-2.1 Знает арсенал и области применения современных научных методов и информационных технологий, необходимых для решения задач имеющих естественно-научное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций	Знать основные понятия и модели механики сплошной среды (понятие сплошной среды, вектор напряжений, тензоры деформаций, вектор перемещения, лагранжево и эйлерова описание движения, тензоры скорости деформаций, тензор завихренности, основные законы механики сплошных сред, модели линейных упругих твердых тел, модели жидкостей) и классический арсенал методов вычислительной механики					

	ПК-2.2 Умеет описывать проблемы и ситуации профессиональной деятельности на основе знаний математического аппарата и естественнонаучных дисциплин и формулировать задачу профессиональной деятельности в области прикладной математики и информатики аппарата и естественнонаучных дисциплин	Уметь формулировать математическую постановку и решения простейших задач для различных классических сплошных сред, оценивать факторы влияющие на формулировку определяющих уравнений, решать задачи теории упругости, пластичности и механики жидкости и газа
	ПК-2.3 Умеет на основе анализа и сравнения выбирать и применять математические методы для решения поставленной задачи в области прикладной математики и информатики	Уметь на основе анализа и сравнения выбрать и применить аналитические или численные методы для решения поставленной задачи в области механики сплошной среды;
ПК-5 Способен обрабатывать, анализировать данные и делать выводы, используя соответствующий математический аппарат и современные прикладные программные средства	ПК-5.3 Знает: основные термины, понятия и особенности подходов, используемые при анализе данных, методы первичной обработки и анализа данных, типовые постановки задач обработки информации при решении прикладных задач	Знать приемы построения математических моделей явлений, систем и процессов с помощью методов механики сплошных сред, базовые модели классических сплошных сред; типовые замкнутые математические постановки задач механики сплошных сред для классических континуумов и методы их анализа и решения,
	ПК-5.5 Умеет: формализовывать задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимость использования количественных и качественных оценок, производить статистические расчеты с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также последующую аналитическую работу с полученными данными	Уметь формализовывать задачи механики сплошных сред, разрабатывать алгоритм численного решения с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также производить последующую аналитическую работу с полученными данными
Унив	версальные компетенции	

Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3 Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач	Владеть методами обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач механики сплошных сред
--	---	---	---

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: вариативная часть

Код комп етен ции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-1	Математическое моделирование в естествознании	Методы оптимизации; Производственная практика: научно-исследовательская работа	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы; Математические модели в задачах управления; Прикладной регрессионный анализ; Производственная практика: преддипломная практика; Реологические модели; Стохастические модели и теория надежности; Теория игр и исследование операций; Численные методы решения краевых задач
ПК-2	Математическое моделирование в естествознании	Бизнес-планирование; Методы оптимизации; Производственная практика: научно-исследовательская работа	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы; Математические модели в задачах управления; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Прикладной регрессионный анализ; Производственная практика: преддипломная практика; Реологические модели; Стохастические модели и теория надежности; Теория игр и исследование операций; Численные методы решения краевых задач

ПК-5		Базы данных; Методы оптимизации; Производственная практика: научно-исследовательская работа	Базы данных; Выполнение и защита выпускной квалификационной работы; Математические модели в задачах управления; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Прикладной регрессионный анализ; Производственная практика: преддипломная практика; Реологические модели; Стохастические модели и теория надежности; Теория игр и исследование операций; Численные методы решения краевых задач
УК-1	Алгебра и геометрия; Дискретная математика; Дифференциальная геометрия и тензорная алгебра; Дифференциальные уравнения; Информационные технологии и программирование; Математическая логика; Математический анализ; Математическое моделирование в естествознании; Правоведение; Учебная практика: научно- исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Учебная практика: проектная практика	Комплексный анализ; Методы оптимизации; Операционное исчисление; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Производственная практика: научно-исследовательская работа (рассредоточенная); Теория вероятностей и математическая статистика; Функциональный анализ	Вариационное исчисление; Выполнение и защита выпускной квалификационной работы; История прикладной математики и информатики; Математические основы методов защиты информации; Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена; Производственная практика: преддипломная практика

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	5 семестр часов / часов в электронной форме	6 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	96	48	48
Лекции	48	32	16
Практические занятия	48	16	32
Внеаудиторная контактная работа, КСР	5	2	3
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	43	22	21
выполнение расчетно-графических работ	4	4	0
подготовка к зачету	3	3	0
подготовка к коллоквиуму	3	3	0

подготовка к практическим занятиям	33	12	21
Контроль	36	0	36
Итого: час	180	72	108
Итого: з.е.	5	2	3

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Nº	Наименование раздела дисциплины		Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы			
раздела		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Анализ и описание напряженного состояния	10	0	8	10	28
2	Кинематика деформируемой среды. Движение и течение	18	0	6	12	36
3	Основные законы механики сплошной среды	8	0	8	6	22
4	Двумерные задачи теории упругости	6	0	14	6	26
5	Жидкости	4	0	8	5	17
6	Теория пластичности		0	4	4	10
	КСР		0	0	0	5
	Контроль	0	0	0	0	36
	Итого	48	0	48	43	180

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
		5	семестр	
1	Анализ и описание напряженного состояния	Тензор напряжений.	Понятие сплошной среды. Плотность. Массовые и поверхностные силы. Принцип напряжений Коши. Вектор напряжений. Напряженное состояние в точке.	2
2	Анализ и описание напряженного состояния	Дифференциальные уравнения равновесия.	Связь между тензором напряжений и вектором напряжений. Равновесие сил и моментов. Симметрия тензора напряжений	2
3	Анализ и описание напряженного состояния	Законы преобразования напряжений при изменении системы координат	Законы преобразования напряжений при изменении системы координат. Поверхности напряжений Коши. Главные напряжения. Инварианты тензора напряжений. Эллипсоид напряжений	2

4	Анализ и описание напряженного состояния	Круговые диаграммы Мора	Максимальное и минимальное касательное напряжение. Круги Мора для напряжений	2
5	Анализ и описание напряженного состояния	Разложение тензора на девиаторную и гидростатическую составляющие	Плоское напряженное состояние. Девиатор и шаровой тензор напряжений	2
6	Кинематика деформируемой среды. Движение и течение	Теория деформаций	Основные определения. Векторы базиса. Радиус-вектор. Вектор перемещений	2
7	Кинематика деформируемой среды. Движение и течение	Теория деформаций	Лагранжево и эйлерово описание движения. Градиенты деформаций и градиенты перемещений	2
8	Кинематика деформируемой среды. Движение и течение	Теория деформаций	Тензоры деформаций и тензоры конечных деформаций. Теория малых деформаций. Тензоры бесконечно малых деформаций	2
9	Кинематика деформируемой среды. Движение и течение	Геометрические свойства линейных деформаций	Геометрический смысл тензоров линейных деформаций. Коэффициенты длины. Интерпретация конечных деформаций	2
10	Кинематика деформируемой среды. Движение и течение	Разложение тензора деформаций	Представление тензора второго ранга в виде суммы симметричного и антисимметричного тензоров. Относительные перемещения. Тензор и вектор линейного поворота	2
11	Кинематика деформируемой среды. Движение и течение	Главные деформации	Главные деформации. Инварианты деформаций. Кубическое расширение. Шаровой тензор и девиатор деформаций	2
12	Кинематика деформируемой среды. Движение и течение	Условия совместности деформаций	Плоская деформация. Круги Мора для деформаций. Уравнение совместности для линейных деформаций	2
13	Кинематика деформируемой среды. Движение и течение	Основы описания движения и течения сплошной среды	Движение, течение. Материальная производная. Скорость, ускорение, мгновенное поле скоростей. Траектории. Линии тока. Установившееся движение	2
14	Кинематика деформируемой среды. Движение и течение	Тензор скорости деформации	Скорость деформации. Завихренность. Приращение деформации. Физическая интерпретация тензоров скоростей деформаций и завихренности	2

15	Основные законы механики сплошной среды	Уравнения механики сплошной среды	Сохранение массы. Уравнение неразрывности. Теорема об изменении количества движения некоторого континуума. Уравнение движения. Уравнение равновесия. Теорема об изменении момента количества движения.	2
16	Основные законы механики сплошной среды	Определяющие уравнения термомеханики	Сохранение энергии, первый закон термодинамики, уравнения энергии. Уравнение состояния. Энтропия. Второй закон термодинамики. Неравенство Клаузиса – Дюгема. Диссипативная функция. Определяющие уравнения термомеханики	2
			Итого за семестр:	32
		6	семестр	
17	Основные законы механики сплошной среды	Закон Гука	Обобщенный закон Гука. Функция энергии и деформации. Изотропные и анизотропные среды. Симметрия упругих свойств материала. Изотропные среды. Упругие константы для изотропных сред.	2
18	Основные законы механики сплошной среды	Формулировка задачи теории упругости.	Формулировка задачи теории упругости. Теорема единственности задачи упругости. Теорема единственности краевой задачи теории упругости. Постановка динамических задач в теории упругости. Принцип суперпозиции решения. Принцип Сен-Венана. Гиперупругость. Поверхности напряжений и деформаций в R6	2
19	Двумерные задачи теории упругости	Термодинамика деформирования	Случай одноосного растяжения и сжатия. Основные уравнения линейной термоупругости для изотропного тела	2
20	Двумерные задачи теории упругости	Плоская задача теории упругости	Плоское напряженное состояние и плоская деформация. Случай плоского деформированного состояния. Основные соотношения двумерной теории упругости. Функция напряжения Эри. Решение двумерных краевых задач в полиномах. Определение перемещений при решении плоских краевых задач. Решение двумерных задач при помощи рядов Фурье.	2
21	Двумерные задачи теории упругости	Плоская задача теории упругости в полярных координатах	Двумерные задачи в полярных координатах. Вывод уравнения равновесия в полярной системе координат. Метод решения двумерных задач в полярной системе координат при помощи функции Эри. Полярно симметричное распределение напряжений. Компоненты деформаций в полярной системе координат	2

Итого:			48	
Итого за семестр:				16
24	Теория пластичности	Основные определения теории пластичности	Основные положения и определения теории пластичности. Идеализированные программы пластического деформирования. Принцип максимума и постулат Друкера. Диссипативная функция. Условия пластичности. Критерии Треска и Мизеса	2
23	Жидкости	Определяющие уравнения для жидкостей	Уравнение Навье-Стокса. Установившееся течение. Гидростатика. Безвихревые течения. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли. Потенциальное течение	2
22	Жидкости	Определяющие уравнения для жидкостей	Давление жидкости. Тензор вязких напряжений. Баротропное течение. Определяющие уравнения для жидкостей. Стоксовы и ньютоновские жидкости. Основные уравнения ньютоновской жидкости	2

4.2 Содержание лабораторных занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема практического занятия	Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
		5	семестр	
1	Анализ и описание напряженного состояния	Вектор напряжения. Уравнение равновесия	Напряженное состояние в точке. Вектор напряжения. Тензор напряжения. Уравнение равновесия	2
2	Анализ и описание напряженного состояния	Законы преобразования напряжений.	Законы преобразования напряжений. Поверхности напряжений	2
3	Анализ и описание напряженного состояния	Главные напряжения и направления.	Главные напряжения и направления. Круги Мора. Плоское напряженное состояние. Разложение тензора напряжений на шаровую часть и девиатор	2
4	Анализ и описание напряженного состояния	Разложение тензора напряжений на шаровую часть и девиатор	Разложение тензора напряжений на шаровую часть и девиатор. Контрольная работа	2

5	Кинематика деформируемой среды. Движение и течение	Перемещения и деформации	Кинематика деформируемой среды. Перемещения и деформации в Эйлеровом и Лагранжевом описании движения	2
6	Кинематика деформируемой среды. Движение и течение	Перемещения и деформации	Тензоры деформаций, коэффициенты длины и поворота в пространственной и материальной системах координат	2
7	Кинематика деформируемой среды. Движение и течение	Физическая интерпретация тензоров скоростей деформаций и завихренности	Скорость деформации. Завихренность. Приращение деформации. Физическая интерпретация тензоров скоростей деформаций и завихренности	2
8	Основные законы механики сплошной среды	Основы описания движения сплошной среды	Основы описания движения сплошной среды. Сохранение массы. Уравнение неразрывности. Теорема об изменении количества движения некоторого континуума. Уравнение движения. Уравнение равновесия. Теорема об изменении момента количества движения.	2
	•		Итого за семестр:	16
		6	семестр	
9	Основные законы механики сплошной среды	Обобщенный закон Гука. Функция энергии и деформации	Обобщенный закон Гука. Функция энергии и деформации. Изотропные и анизотропные среды. Симметрия упругих свойств материала.	2
10	Основные законы механики сплошной среды	Изотропные среды. Упругие константы для изотропных сред.	Изотропные среды. Упругие константы для изотропных сред. Разложение плотности энергии деформации на составляющие: плотность энергии расширения и плотность энергии искажения формы.	2
11	Основные законы механики сплошной среды	Линейная термоупругость	Основные уравнения линейной термоупругости для изотропного тела при сложном напряженно-деформированном состоянии	2
12	Двумерные задачи теории упругости	Основные соотношения двумерной теории упругости.	Основные соотношения двумерной теории упругости. Функция напряжения Эри	2
	1_		Double Bowled H. V. V. C. C. L. V. C. C. L. V. C. C. L. V. C.	
13	Двумерные задачи теории упругости	Функция напряжения Эри	Решение двумерных краевых задач в полиномах	2
13	задачи теории		l	2

Итого:				
Итого за семестр:				
24	Теория пластичности	Условия пластичности. Критерии Треска и Мизеса.	Условия пластичности. Критерии Треска и Мизеса.	2
23	Теория пластичности	Идеализированные программы пластического деформирования	Основные положения и определения теории пластичности. Идеализированные программы пластического деформирования.	2
22	Жидкости	Точные решения уравнения Навье- Стокса	Течение Куэтта. Плоское течение Пуазейля. Давление жидкости между вращающимися цилиндрами	2
21	Жидкости	Методы описания движения идеальной жидкости	Метод конформных отображений. Обтекание бесконечного цилиндра. Метод суперпозиции потенциальных потоков	2
20	Жидкости	Идеальная жидкость	Установившееся течение. Безвихревые течения. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли. Потенциальное течение	2
19	Жидкости	Определяющие уравнения для жидкостей.	Давление жидкости. Тензор вязких напряжений. Баротропное течение. Определяющие уравнения для жидкостей. Стоксовы и ньютоновские жидкости. Основные уравнения ньютоновской жидкости. Уравнение Навье-Стокса	2
18	Двумерные задачи теории упругости	Контрольная работа.	Контрольная работа. по разделу Двумерные задачи теории упругости и Основные законы механики сплошной среды	2
17	Двумерные задачи теории упругости	Полярно симметричное распределение напряжений.	Задача о вращающемся диске. Схема решения задачи о диске переменной толщины. Простейшая задача о концентрации напряжений	2
16	Двумерные задачи теории упругости	Полярно симметричное распределение напряжений.	Полярно симметричное распределение напряжений. Компоненты деформаций в полярной системе координат Упругое решение для толстостенной трубы	2
15	Двумерные задачи теории упругости	Решение двумерных задач при помощи рядов Фурье	Решение двумерных задач при помощи рядов Фурье	2

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов	
5 семестр				

Анализ и описание напряженного состояния	подготовка к практическим занятиям	Проработка материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе. Выполнение домашних заданий. Напряженное состояние в точке. Напряженное состояние в точке. Вектор напряжения. Тензор напряжения. Уравнение равновесия. Законы преобразования напряжений. Законы преобразования напряжений. Поверхности напряжений. Главные напряжения. Главные напряжения. Круги Мора. Плоское напряженное состояние. Плоское напряженное состояние. Разложение тензора напряжений на шаровую часть и девиатор. Анализ напряженно-деформированного состояния.	9
Анализ и описание напряженного состояния	подготовка к зачету	Проработка материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе. Понятие сплошной среды. Плотность. Массовые и поверхностные силы. Принцип напряжений Коши. Вектор напряжений. Напряжённое состояние в точке. Тензор напряжений и вектором напряжений и вектором напряжений и вектором напряжений. Равновесие сил и моментов. Симметрия тензора напряжений при изменении системы координат. Поверхности Коши. Главные напряжения. Инварианты тензора напряжений. Эллипсоид напряжений. Максимальное и минимальное касательное напряжение. Круги Мора для напряжений. Плоское напряжённое состояние. Девиатор и шаровой тензор напряжений.	1
Кинематика деформируемой среды. Движение и течение	подготовка к практическим занятиям	Проработка материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе. Выполнение домашних заданий. Кинематика деформируемой среды. Перемещения и деформации. Тензоры деформаций, коэффициенты длины и поворота. Преобразование тензоров деформаций. Главные деформации Построение кругов Мора. Скорость деформации. Завихренность. Приращение деформации. Физическая интерпретация тензоров скоростей деформаций и завихренности	5

Кинематика деформируемой среды. Движение и течение	подготовка к коллоквиуму	Основные понятия кинематики деформируемой среды. Векторы базиса. Радиус-вектор. Вектор перемещений. Лагранжево и эйлерово описание движения. Градиенты деформаций и перемещений. Тензоры деформаций. Теория малых деформаций. Теория малых деформаций. Тензоры бесконечно малых деформаций. Геометрический смысл тензоров линейных деформаций. Коэффициент длины. Интерпретация конечных деформаций. Представление тензора второго ранга в виде суммы симметричного и антисимметричного тензоров. Относительные перемещения. Тензор и вектор линейного поворота. Главные деформации. Инварианты деформаций. Кубическое расширение. Шаровой тензор и девиатор деформаций. Плоская деформация. Круги Мора для деформаций. Уравнение совместности для линейных деформаций. Понятия «движение» и «течение». Материальная производная. Скорость, ускорение. Мгновенное поле скоростей. Понятия «траектория», «линия тока». Установившееся течение. Скорость деформации. Завихрённость. Приращение деформации и завихрённости. Материальные производные от элемента объёма, элемента поверхности и линейного элемента. Материальные производные от интеграла по объёму, площади поверхности, криволинейного интеграла	3
Кинематика деформируемой среды. Движение и течение	выполнение расчетно- графических работ	Преобразование тензоров деформаций. Главные деформации в пространственных и материальных координатах. Построение кругов Мора. Движение, течение. Материальная производная. Скорость, ускорение, мгновенное поле скоростей. Траектории. Линии тока. Установившееся движение. Скорость деформации. Завихренность. Приращение деформации. Физическая интерпретация тензоров скоростей деформаций и завихренности.	4

Основные законы механики сплошной среды	подготовка к зачету	Проработка материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности. Теорема об изменении количества движения сплошной среды. Уравнения движения. Уравнение равновесия. Теорема об изменении момента количества движения	2
		Итого за семестр:	24
Основные законы механики сплошной среды	подготовка к практическим занятиям	Проработка материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе. Выполнение домашних заданий. Обобщенный закон Гука. Функция энергии и деформации. Изотропные и анизотропные среды. Обобщенный закон Гука. Симметрия упругих свойств материала. Изотропные среды. Упругие константы для изотропных сред. Основные уравнения линейной теории упругости. Уравнения теории упругости в напряжениях (уравнение Бельтрано-Мичела) и перемещениях (уравнение Новье-Стокса). Термодинамика деформирования. Основные уравнения термомеханики	4
Двумерные задачи теории упругости	подготовка к практическим занятиям	Проработка материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе. Выполнение домашних заданий. Плоское напряженное состояние и плоская деформация. Случай плоского деформированного состояния. Основные соотношения двумерной теории упругости. Функция напряжения Эри. Решение двумерных краевых задач в полиномах. Определение перемещений при решении плоских краевых задач. Задача об изгибе балки, защемленной на одном конце сосредоточенной силой. Решение двумерных задач при помощи рядов Фурье. Двумерные задачи в полярных координатах. Вывод уравнения равновесия в полярной системе координат. Метод решения двумерных задач в полярной системе координат. Полярно симметричное распределение напряжений. Компоненты деформаций в полярной системе координат. Упругое решение для толстостенной трубы. Задача о вращающемся диске. Схема решения задачи о диске переменной толщины. Простейшая задача о концентрации напряжений.	6

пластичности	практическим занятиям	пластического деформирования. Принцип максимума и постулат Друкера. Диссипативная функция. Условия пластичности. Критерии Треска и Мизеса. Поверхность	4
Теория	подготовка к	Проработка материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе. Выполнение домашних заданий. Основные положения и определения теории пластичности. Идеализированные программы	
Жидкости	подготовка к практическим занятиям	Проработка материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе. Выполнение домашних заданий. Давление жидкости. Тензор вязких напряжений. Баротропное течение. Определяющие уравнения для жидкостей. Стоксовы и ньютоновские жидкости. Основные уравнения ньютоновской жидкости. Уравнения Навье-Стокса. Установившееся течение. Гидростатика. Безвихревые течения. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли. Потенциальное течение. Метод конформных отображений. Обтекание бесконечного цилиндра. Метод суперпозиции потенциальных потоков	5

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Pecypc HTБ CaмГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)			
	Основная литература				
1	Победря, Б.Е. Основы механики сплошной среды : Курс лекций:Учеб.пособие / Б.Е.Победря,Д.В.Георгиевский М., Физматлит, 2006 272 с.	Электронный ресурс			
	Дополнительная литература				
2	Башкинова, Е.В. Общая теория напряжений. Математические модели механики сплошных сред : практикум / Е.В. Башкинова, Е.В. Небогина; Самар.гос.техн.ун-т, Прикладная математика и информатика Самара, 2012 58 с Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 1183	Электронный ресурс			
3	Горшков, А.Г. Основы тензорного анализа и механика сплошной среды : Учеб. / А.Г.Горшков,Л.Н.Рабинский,Д.В.Тарлаковский;Под ред.Д.М.Климова;Рос.акад.наук.Ин-т проблем механики М., Наука, 2000 214 с.	Электронный ресурс			

4	Информатика МАТLAB (Матричная лаборатория) : учеб.пособие / Самар.гос.техн.ун-т; сост.: О. С. Афанасьева, Е. В. Башкинова, Г. Ф. Егорова Самара, 2013 99 с.	Электронный ресурс
5	Казакевич, Г.С. Механика сплошных сред : Теория упругости и пластичности / Г.С.Казакевич,А.И.Рудской;СПетербург.гос.политехн.ун-т СПб., 2003 264 с.	Электронный ресурс
6	Мейз, Дж.Э. Теория и задачи механики сплошных сред : пер. с англ. / Дж. Э. Мейз М., Мир, 1974 318 с.	Электронный ресурс
	Учебно-методическое обеспечение	
7	Башкинова, Е.В. Основы напряженно-деформационной теории в механике сплошных сред : учеб. пособие / Е.В.Башкинова; Самар.гос.техн.ун-т Самара, 2015 101 с.	Электронный ресурс
8	Башкинова, Е.В. Основы описания деформационного движения и течения сплошной среды : практикум по математическим моделям механики сплошных сред / Е. В. Башкинова; Самар.гос.техн.ун-т, Прикладная математика и информатика Самара, 2015 59 с Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 1438	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Adobe Reader	Adobe Systems (Зарубежный)	Свободно распространяемое
2	LibreOffice	The Document Foundation (Зарубежный)	Свободно распространяемое
3	GNU Octave	John W. Eaton (Зарубежный)	Свободно распространяемое
4	Zoom	Zoom Video Communications (Зарубежный)	Свободно распространяемое
5	Astra Linux	Русбитех-Астра (Отечественный)	Свободно распространяемое

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п

1	Электронно-библиотечная система Лань	www.e.lanbook.com/	Ресурсы открытого доступа
2	Электронно-библиотечная cucreмa IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
3	Прикладная математика	http://www.lineyka.inf.ua/applied_math	Ресурсы открытого доступа
4	СамГТУ кафедра «Прикладная математика и информатика»	http://pm.samgtu.ru/node/6	Ресурсы открытого доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер / ноутбук), учебно-наглядные, учебнометодические пособия, тематические иллюстрации.

Практические занятия

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационнообразовательной среде СамГТУ:

читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус №8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки; ауд. 83a, 414, 416, 0209 12 корпус; ауд. 401 корпус №10).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

- 1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
 - 2. проработка конспекта лекции;
 - 3. чтение рекомендованной литературы;
 - 4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
 - 5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При

индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины Б1.В.07 «Математические модели механики сплошных сред»

Фонд оценочных средств по дисциплине Б1.В.07 «Математические модели механики сплошных сред»

Код и направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и (специальность) информатика			
Направленность (профиль) Прикладная математика и информатик	a		
Квалификация Бакалавр	Бакалавр		
Форма обучения Очная			
Год начала подготовки 2022			
Институт / факультет Институт автоматики и информационни технологий	XIc		
Выпускающая кафедра кафедра "Прикладная математика и информатика"			
Кафедра-разработчик кафедра "Прикладная математика и информатика"			
Объем дисциплины, ч. / з.е. 180 / 5			
Форма контроля (промежуточная аттестация) Зачет, Экзамен			

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)		
Профессиональные компетенции					
Не предусмотрено	ПК-1 Способен к комплексному исследованию научных и технических проблем с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента	ПК-1.1 Знает основные принципы построения математических моделей сложных комплексных объектов и процессов и методики исследования этих моделей; современные технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Знать классические математические модели механики сплошных сред и их свойства, а также теоретические методы построения математических моделей (формулировки математических постановок задач теории упругости, типов граничных и начальных условий, принципы построения определяющих соотношений изотропных упругих сред, идеальной жидкости, задач термоупругости, упругопластичности), методы их анализа и решения.		
		ПК-1.3 Умеет ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования, выявлять общие закономерности исследуемых объектов, выбирать методы исследования математических моделей	Уметь формулировать математическую модель и постановку задачи в рамках механики сплошной среды, провести анализ уравнений и построение решения, применить полученные знания для решения актуальных практических задач		
	ПК-2 Способен сформулировать задачу профессионально й деятельности в области прикладной математики и информализовав ее на основе знаний математического аппарата и естественнонаучных дисциплин	ПК-2.1 Знает арсенал и области применения современных научных методов и информационных технологий, необходимых для решения задач имеющих естественно-научное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций	Знать основные понятия и модели механики сплошной среды (понятие сплошной среды, вектор напряжений, тензоры деформаций, вектор перемещения, лагранжево и эйлерова описание движения, тензоры скорости деформаций, тензор завихренности, основные законы механики сплошных сред, модели линейных упругих твердых тел, модели жидкостей) и классический арсенал методов вычислительной механики		

		ПК-2.2 Умеет описывать проблемы и ситуации профессиональной деятельности на основе знаний математического аппарата и естественнонаучных дисциплин и формулировать задачу профессиональной деятельности в области прикладной математики и информатики аппарата и естественнонаучных дисциплин	Уметь формулировать математическую постановку и решения простейших задач для различных классических сплошных сред, оценивать факторы влияющие на формулировку определяющих уравнений, решать задачи теории упругости, пластичности и механики жидкости и газа
		ПК-2.3 Умеет на основе анализа и сравнения выбирать и применять математические методы для решения поставленной задачи в области прикладной математики и информатики	Уметь на основе анализа и сравнения выбрать и применить аналитические или численные методы для решения поставленной задачи в области механики сплошной среды;
обра анал данн выво сооті мате аппа соврі	Способен батывать, изировать ные и делать оды, используя ветствующий матический ират и еменные гладные раммные	ПК-5.3 Знает: основные термины, понятия и особенности подходов, используемые при анализе данных, методы первичной обработки и анализа данных, типовые постановки задач обработки информации при решении прикладных задач	Знать приемы построения математических моделей явлений, систем и процессов с помощью методов механики сплошных сред, базовые модели классических сплошных сред; типовые замкнутые математические постановки задач механики сплошных сред для классических континуумов и методы их анализа и решения,
		ПК-5.5 Умеет: формализовывать задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимость использования количественных и качественных оценок, производить статистические расчеты с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также последующую аналитическую работу с полученными данными	Уметь формализовывать задачи механики сплошных сред, разрабатывать алгоритм численного решения с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также производить последующую аналитическую работу с полученными данными
	унив	ерсальные компетенции	

Системное и критическое мышление	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3 Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач	Владеть методами обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач механики сплошных сред
--	---	---	---

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваем ости	Промежу точная аттестац ия
	Анализ и описание напряженного	состояния		
ПК-1.1 Знает основные принципы построения математических моделей сложных комплексных объектов и процессов и методики исследования этих моделей; современные технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Знать классические математические модели механики сплошных сред и их свойства, а также теоретические методы построения математических моделей (формулировки математических постановок задач теории упругости, типов граничных и начальных условий, принципы построения определяющих соотношений изотропных упругих сред, идеальной жидкости, задач термоупругости, упругопластичности), методы их анализа и решения.	Контрольная работа, вопросы к коллоквиуму	Да	Нет
		Вопросы к зачету	Нет	Да
ПК-1.3 Умеет ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования, выявлять общие закономерности исследуемых объектов, выбирать методы исследования математических моделей	Уметь формулировать математическую модель и постановку задачи в рамках механики сплошной среды, провести анализ уравнений и построение решения, применить полученные знания для решения актуальных практических задач	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к зачету	Нет	Да

		1		
ПК-2.1 Знает арсенал и области применения современных научных методов и информационных технологий, необходимых для решения задач имеющих естественно-научное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций	Знать основные понятия и модели механики сплошной среды, вектор напряжения, тензор напряжений, тензоры деформаций, вектор перемещения, лагранжево и эйлерова описание движения, тензоры скорости деформаций, тензор завихренности, основные законы механики сплошных сред, модели линейных упругих твердых тел, модели жидкостей) и классический арсенал методов вычислительной механики	Вопросы к зачету	Нет	Да
		вопросы к коллоквиуму	Да	Нет
ПК-2.2 Умеет описывать проблемы и ситуации профессиональной деятельности на основе знаний математического аппарата и естественнонаучных дисциплин и формулировать задачу профессиональной деятельности в области прикладной математики и информатики аппарата и естественнонаучных дисциплин	Уметь формулировать математическую постановку и решения простейших задач для различных классических сплошных сред, оценивать факторы влияющие на формулировку определяющих уравнений, решать задачи теории упругости, пластичности и механики жидкости и газа	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к зачету	Нет	Да
ПК-2.3 Умеет на основе анализа и сравнения выбирать и применять математические методы для решения поставленной задачи в области прикладной математики и информатики	Уметь на основе анализа и сравнения выбрать и применить аналитические или численные методы для решения поставленной задачи в области механики сплошной среды;	Контрольная работа	Да	Нет
EV. 5.0.5		Вопросы к зачету	Нет	Да
ПК-5.3 Знает: основные термины, понятия и особенности подходов, используемые при анализе данных, методы первичной обработки и анализа данных, типовые постановки задач обработки информации при решении прикладных задач	Знать приемы построения математических моделей явлений, систем и процессов с помощью методов механики сплошных сред, базовые модели классических сплошных сред; типовые замкнутые математические постановки задач механики сплошных сред для классических континуумов и методы их анализа и решения,	Контрольная работа, вопросы к коллоквиуму	Да	Нет
		Вопросы к зачету	Нет	Да

ПК-5.5 Умеет: формализовывать задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимость использования количественных и качественных оценок, производить статистические расчеты с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также последующую аналитическую работу с полученными данными	Уметь формализовывать задачи механики сплошных сред, разрабатывать алгоритм численного решения с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также производить последующую аналитическую работу с полученными данными	Вопросы к зачету	Нет	Да
		Контрольная работа	Да	Нет
УК-1.3 Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач	Владеть методами обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач механики сплошных сред	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к зачету	Нет	Да
	Кинематика деформируемой среды. Дв	ижение и течение		
ПК-1.1 Знает основные принципы построения математических моделей сложных комплексных	Знать классические математические модели механики сплошных сред и их свойства, а			
объектов и процессов и методики исследования этих моделей; современные технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	также теоретические методы построения математических моделей (формулировки математических постановок задач теории упругости, типов граничных и начальных условий, принципы построения определяющих соотношений изотропных упругих сред, идеальной жидкости, задач термоупругости, упругопластичности), методы их анализа и решения.	Контрольная работа, вопросы к коллоквиуму, выполнение расчетнографической работы	Да	Да
и методики исследования этих моделей; современные технологии математического моделирования и вычислительного	математических моделей (формулировки математических постановок задач теории упругости, типов граничных и начальных условий, принципы построения определяющих соотношений изотропных упругих сред, идеальной жидкости, задач термоупругости, упругопластичности), методы их анализа и	вопросы к коллоквиуму, выполнение расчетно-	Да	Да
и методики исследования этих моделей; современные технологии математического моделирования и вычислительного	математических моделей (формулировки математических постановок задач теории упругости, типов граничных и начальных условий, принципы построения определяющих соотношений изотропных упругих сред, идеальной жидкости, задач термоупругости, упругопластичности), методы их анализа и	вопросы к коллоквиуму, выполнение расчетно- графической работы		
и методики исследования этих моделей; современные технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента ПК-1.3 Умеет ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования, выявлять общие закономерности исследуемых объектов, выбирать методы исследования математических	математических моделей (формулировки математических постановок задач теории упругости, типов граничных и начальных условий, принципы построения определяющих соотношений изотропных упругих сред, идеальной жидкости, задач термоупругости, упругопластичности), методы их анализа и решения. Уметь формулировать математическую модель и постановку задачи в рамках механики сплошной среды, провести анализ уравнений и построение решения, применить полученные знания для решения актуальных	вопросы к коллоквиуму, выполнение расчетнографической работы Вопросы к зачету Контрольная работа, выполнение расчетно-	Нет	Да

ПК-2.1 Знает арсенал и области применения современных научных методов и информационных технологий, необходимых для решения задач имеющих естественно-научное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций	Знать основные понятия и модели механики сплошной среды (понятие сплошной среды, вектор напряжения, тензоры деформаций, вектор перемещения, лагранжево и эйлерова описание движения, тензоры скорости деформаций, тензор завихренности, основные законы механики сплошных сред, модели линейных упругих твердых тел, модели жидкостей) и классический арсенал методов вычислительной механики	Контрольная работа, вопросы к коллоквиуму, выполнение расчетнографической работы	Да	Да
ПК-2.2 Умеет описывать проблемы и				
ситуации профессиональной деятельности на основе знаний математического аппарата и естественнонаучных дисциплин и формулировать задачу профессиональной деятельности в области прикладной математики и информатики аппарата и естественнонаучных дисциплин	Уметь формулировать математическую постановку и решения простейших задач для различных классических сплошных сред, оценивать факторы влияющие на формулировку определяющих уравнений, решать задачи теории упругости, пластичности и механики жидкости и газа	Контрольная работа, выполнение расчетно- графической работы	Да	Да
		Вопросы к зачету	Нет	Да
ПК-2.3 Умеет на основе анализа и сравнения выбирать и применять математические методы для решения поставленной задачи в области прикладной математики и информатики	Уметь на основе анализа и сравнения выбрать и применить аналитические или численные методы для решения поставленной задачи в области механики сплошной среды;	Контрольная работа, выполнение расчетно- графической работы	Да	Да
		Вопросы к зачету	Нет	Да
ПК-5.3 Знает: основные термины, понятия и особенности подходов, используемые при анализе данных, методы первичной обработки и анализа данных, типовые постановки задач обработки информации при решении прикладных задач	Знать приемы построения математических моделей явлений, систем и процессов с помощью методов механики сплошных сред, базовые модели классических сплошных сред; типовые замкнутые математические постановки задач механики сплошных сред для классических континуумов и методы их анализа и решения,	Контрольная работа, вопросы к коллоквиуму, выполнение расчетно- графической работы	Да	Да
		Вопросы к зачету	Нет	Да

ПК-5.5 Умеет: формализовывать задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимость использования количественных и качественных оценок, производить статистические расчеты с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также последующую аналитическую работу с полученными данными	Уметь формализовывать задачи механики сплошных сред, разрабатывать алгоритм численного решения с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также производить последующую аналитическую работу с полученными данными	Контрольная работа, выполнение расчетно- графической работы	Да	Да
		Вопросы к зачету	Нет	Да
УК-1.3 Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач	Владеть методами обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач механики сплошных сред	Контрольная работа, выполнение расчетно- графической работы	Да	Да
		Вопросы к зачету	Нет	Да
	Основные законы механики сплог	иной среды		
ПК-1.1 Знает основные принципы построения математических моделей сложных комплексных объектов и процессов и методики исследования этих моделей; современные технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Знать классические математические модели механики сплошных сред и их свойства, а также теоретические методы построения математических моделей (формулировки математических постановок задач теории упругости, типов граничных и начальных условий, принципы построения определяющих соотношений изотропных упругих сред, идеальной жидкости, задач термоупругости, упругопластичности), методы их анализа и решения.	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-1.3 Умеет ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования, выявлять общие закономерности исследуемых объектов, выбирать методы исследования математических	Уметь формулировать математическую модель и постановку задачи в рамках механики сплошной среды, провести анализ уравнений и построение решения, применить полученные знания для решения актуальных практических задач	Контрольная работа	Да	Нет
моделей				
моделеи		Вопросы к экзамену	Нет	Да

оценивать факторы влияющие на формулировку определяющих уравнений, решать задачи теории упругости, пластичности и механики жидкости и газа и естественнонаучных дисциплин ПК-2.3 Умеет на основе анализа и сравнения выбирать и применять			
ПК-2.3 Умеет на основе анализа и сравнения выбирать и применять	Контрольная работа	Да	Нет
поставленной задачи в области прикладной математики и информатики	Вопросы к экзамену Контрольная работа Вопросы к экзамену	Да	Да Нет Да
ПК-5.3 Знает: основные термины, понятия и особенности подходов, используемые при анализе данных, ПК-5.3 Знает: Основные термины, ПОМОЩЬЮ методов механики сплошных сред.	Контрольная работа	Да	Нет

ПК-5.5 Умеет: формализовывать задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимость использования количественных и качественных оценок, производить статистические расчеты с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также последующую аналитическую работу с полученными данными	Уметь формализовывать задачи механики сплошных сред, разрабатывать алгоритм численного решения с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также производить последующую аналитическую работу с полученными данными	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
УК-1.3 Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач	Владеть методами обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач механики сплошных сред	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
	Двумерные задачи теории уп			
ПК-1.1 Знает основные принципы построения математических моделей сложных комплексных объектов и процессов и методики исследования этих моделей; современные технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Знать классические математические модели механики сплошных сред и их свойства, а также теоретические методы построения математических моделей (формулировки математических постановок задач теории упругости, типов граничных и начальных условий, принципы построения определяющих соотношений изотропных упругих сред, идеальной жидкости, задач термоупругости, упругопластичности), методы их анализа и решения.	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-1.3 Умеет ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования, выявлять общие закономерности исследуемых объектов, выбирать методы исследования математических моделей	Уметь формулировать математическую модель и постановку задачи в рамках механики сплошной среды, провести анализ уравнений и построение решения, применить полученные знания для решения актуальных практических задач	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
		= 5poop, it offourierly	7.0.	⊢ ~

ПК-2.1 Знает арсенал и области применения современных научных методов и информационных технологий, необходимых для решения задач имеющих естественно-научное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций	Знать основные понятия и модели механики сплошной среды (понятие сплошной среды, вектор напряжений, тензоры деформаций, вектор перемещения, лагранжево и эйлерова описание движения, тензоры скорости деформаций, тензор завихренности, основные законы механики сплошных сред, модели линейных упругих твердых тел, модели жидкостей) и классический арсенал методов вычислительной механики	Контрольная работа	Да	Нет
ПК-2.2 Умеет описывать проблемы и ситуации профессиональной деятельности на основе знаний математического аппарата и естественнонаучных дисциплин и формулировать задачу профессиональной деятельности в области прикладной математики и информатики аппарата и естественнонаучных дисциплин	Уметь формулировать математическую постановку и решения простейших задач для различных классических сплошных сред, оценивать факторы влияющие на формулировку определяющих уравнений, решать задачи теории упругости, пластичности и механики жидкости и газа	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-2.3 Умеет на основе анализа и сравнения выбирать и применять математические методы для решения поставленной задачи в области прикладной математики и информатики	Уметь на основе анализа и сравнения выбрать и применить аналитические или численные методы для решения поставленной задачи в области механики сплошной среды;	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-5.3 Знает: основные термины, понятия и особенности подходов, используемые при анализе данных, методы первичной обработки и анализа данных, типовые постановки задач обработки информации при решении прикладных задач	Знать приемы построения математических моделей явлений, систем и процессов с помощью методов механики сплошных сред, базовые модели классических сплошных сред; типовые замкнутые математические постановки задач механики сплошных сред для классических континуумов и методы их анализа и решения,	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да

ПК-5.5 Умест: формализовывать задачи прикладной которых возникает необходимост которых возникает необходимост количественных систом призододить статистические расчеты с применением согответствующих математических методов и применением соответствующих математических методов и информационых технологий, а также последующую аналитическую работих, потолученными данными УК-1.3 Владкет методами обработих, критического работих, критического выпиского системного подхода для решения поставленных задач механики сплошных сред. В впросы к экзамену нет да тиставленных задач механики сплошных сред подхода для решения поставленных задач механики сплошных сред подхода для решения поставленных задач механики сплошных сред подхода для решения поставленных задач механики сплошных сред и их сведы объектов на объектов на объектов на объектов на оспозы сегодного и сограми объектов на оспозывания и системного подхода для решения поставленных задач механики сплошных сред и их сведы объектов на объектов на оспозывание и системного подхода для решения поставленных сограми, исследования этих моделей (промунировки макематических					
УК-1.3 Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач механики сплошных сред поставленных моделей; современные спринципы построения математических моделей (формулировки механики сплошных сред и их свойства, а также теоретические методы построения математических моделей; современные стехнологии математических постановко задач теории упругости, типов граничных и начальных усотношений изотролных упруг их сред и математического моделирования и вычислительного эксперимента ПК-1.3 Умеет ставить задачи исследования и оптимизации соложных объектов на основе методов математического моделирования, выявлять общие закономерности исследования и постановку задачи в рамках механики сплоший с реды, провести анализ уравнений и построение решения, применить полученные знания для решения актуальных пробектов, выбирать методы исследования математических моделей и постановку задачи в рамках механики сплошной среды, провести анализ уравнений и построение решения, применить полученные знания для решения, применить полученные знания для решения актуальных моделей и постановку задачи в рамках механики сплошной среды, провести анализ уравнений и построение решения, применить полученные знания для решения актуальных моделей и постановку задачи в рамках механики сплошной среды, провести анализ уравнений и построение решения, применить полученные знания для решения актуальных моделей и постановку задачи в рамках механики сплошных средения в рамках механики сплошных средения в рамках механих сплошных средения в рамках механих сплошных средения в рамках механих сплошных	формализовывать задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимость использования количественных и качественных оценок, производить статистические расчеты с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также последующую аналитическую работу с полученными	сплошных сред, разрабатывать алгоритм численного решения с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также производить последующую аналитическую	Контрольная работа	Да	Нет
методики поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач механики сплошных сред Владеть методами обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач механики сплошных сред Вопросы к экзамену Нет Да			Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-1.1 Знает основные принципы построения математических моделей сложных комплексных объектов и процессов и методым исследования этих моделей; современные технологии математических моделей (формулировки математических постановко задач теории упругости, типов граничных и начальных условий, принципы построения определяющих соотношений изотропных упругих сред, и математических постановко задач теории упругости, типов граничных и начальных условий, принципы построения определяющих соотношений изотропных упругих сред, и математических постановко задач теории упругости, типов граничных и начальных условий, принципы построения определяющих соотношений изотропных упругих сред, и математических моделивами и оптимизации соотношений изотропных упругих сред, и деальной мидкости, упругопластичности), методы их анализа и решения. Вопросы к экзамену Нет Да Уметь формулировать математическую модели опстановку задачи в рамках механики сплошной среды, провести анализ уравнений и посторение решения, променить полученные значия для решения актуальных практических задач практических задач	методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения	анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения	Контрольная работа	Да	Нет
ПК-1.1 Знает основные принципы построения математических моделей сложных комплексных объектов и процессов и методики исследования этих моделей; современные технологии математических моделей (формулировки математических постановко задач теории упругости, типов граничных и начальных условий, принципы построения определяющих соотношений изотропных упругих сред, и математических постановко задач теории упругости, упругоги, задач темрои упругости, упругоги, задач темрои упругости, упругопластичности), методы их анализа и решения. ПК-1.3 Умеет ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования, выявлять общее закономерности исследования и постиновами уравнений и построение решения, провести анализ управнений и посторение решения, провести анализ управнений и посторения определяющих соотношений изотропных упругих сред, инфармации сложных объектов на основе методов математического моделирования, выявлять общее закономерности исследования и построение решения, провести анализ уравнений и посторение решения, применить полученные знания для решения актуальных практических задач			Вопросы к экзамену	Нет	Да
принципы построения математических моделей сложных комплексных объектов и процессов и методики исследования этих моделей; современные технологии математических моделей (формулировки математических моделей) (формулировки математических постановок задач теории упругости, типов граничных и начальных условий, принципы построения определяющих соотношений изотропных упругих сред, идеальной жидкости, задач термоупругости, упруголастичности), методы их анализа и вычислительного эксперимента ПК-1.3 Умеет ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на онове методов математического моделирования, выявлять общие закономерности исследования исследования выбирать методы исследования выбирать модель и постановку задачи в рамках механики сплошной среды, провести анализ уравнений и построение решения, применить полученные знания для решения актуальных объектов, выбирать методы исследования математических моделей и построение решения, применить полученные знания для решения актуальных практических задач		Жидкости	, ,		
ПК-1.3 Умеет ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования, выявлять общие закономерности исследуемых объектов, выбирать методы исследования математических моделей Уметь формулировать математическую модель и постановку задачи в рамках механики сплошной среды, провести анализ уравнений и построение решения, применить полученные знания для решения актуальных практических задач	принципы построения математических моделей сложных комплексных объектов и процессов и методики исследования этих моделей; современные технологии математического моделирования и вычислительного	механики сплошных сред и их свойства, а также теоретические методы построения математических моделей (формулировки математических постановок задач теории упругости, типов граничных и начальных условий, принципы построения определяющих соотношений изотропных упругих сред, идеальной жидкости, задач термоупругости, упругопластичности), методы их анализа и	Контрольная работа	Да	Нет
задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования, выявлять общие закономерности исследуемых объектов, выбирать методы исследования математических моделей Уметь формулировать математическую модель и постановку задачи в рамках механики сплошной среды, провести анализ уравнений и построение решения, применить полученные знания для решения актуальных практических задач			Вопросы к экзамену	Нет	Да
Вопросы к экзамену Нет Да	задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования, выявлять общие закономерности исследуемых объектов, выбирать методы исследования математических	модель и постановку задачи в рамках механики сплошной среды, провести анализ уравнений и построение решения, применить полученные знания для решения актуальных	Контрольная работа	Да	Нет
			Вопросы к экзамену	Нет	Да

ПК-2.1 Знает арсенал и области применения современных научных методов и информационных технологий, необходимых для решения задач имеющих естественно-научное содержание и возникающих при выполнении профессиональных функций	Знать основные понятия и модели механики сплошной среды (понятие сплошной среды, вектор напряжений, тензоры деформаций, вектор перемещения, лагранжево и эйлерова описание движения, тензоры скорости деформаций, тензор завихренности, основные законы механики сплошных сред, модели линейных упругих твердых тел, модели жидкостей) и классический арсенал методов вычислительной механики	Контрольная работа	Да	Нет
ПК-2.2 Умеет описывать проблемы и ситуации профессиональной деятельности на основе знаний математического аппарата и естественнонаучных дисциплин и формулировать задачу профессиональной деятельности в области прикладной математики и информатики аппарата и естественнонаучных дисциплин	Уметь формулировать математическую постановку и решения простейших задач для различных классических сплошных сред, оценивать факторы влияющие на формулировку определяющих уравнений, решать задачи теории упругости, пластичности и механики жидкости и газа	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-2.3 Умеет на основе анализа и сравнения выбирать и применять математические методы для решения поставленной задачи в области прикладной математики и информатики	Уметь на основе анализа и сравнения выбрать и применить аналитические или численные методы для решения поставленной задачи в области механики сплошной среды;	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-5.3 Знает: основные термины, понятия и особенности подходов, используемые при анализе данных, методы первичной обработки и анализа данных, типовые постановки задач обработки информации при решении прикладных задач	Знать приемы построения математических моделей явлений, систем и процессов с помощью методов механики сплошных сред, базовые модели классических сплошных сред; типовые замкнутые математические постановки задач механики сплошных сред для классических континуумов и методы их анализа и решения,	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да

ПК-5.5 Умеет: формализовывать задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимость использования количественных и качественных оценок, производить статистические расчеты с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также последующую аналитическую работу с полученными данными	Уметь формализовывать задачи механики сплошных сред, разрабатывать алгоритм численного решения с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также производить последующую аналитическую работу с полученными данными	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
УК-1.3 Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач	Владеть методами обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач механики сплошных сред	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
	Теория пластичности	<u>, , , , , , , , , , , , , , , , , , , </u>		
ПК-1.1 Знает основные принципы построения математических моделей сложных комплексных объектов и процессов и методики исследования этих моделей; современные технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента	Знать классические математические модели механики сплошных сред и их свойства, а также теоретические методы построения математических моделей (формулировки математических постановок задач теории упругости, типов граничных и начальных условий, принципы построения определяющих соотношений изотропных упругих сред, идеальной жидкости, задач термоупругости, упругопластичности), методы их анализа и решения.	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
ПК-1.3 Умеет ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования, выявлять общие закономерности исследуемых объектов, выбирать методы исследования математических моделей	Уметь формулировать математическую модель и постановку задачи в рамках механики сплошной среды, провести анализ уравнений и построение решения, применить полученные знания для решения актуальных практических задач	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
	[1 2 22.12.13	_	1.11

оценивать факторы влияющие на формулировку определяющих уравнений, решать задачи теории упругости, пластичности и механики жидкости и газа и естественнонаучных дисциплин ПК-2.3 Умеет на основе анализа и сравнения выбирать и применять			
ПК-2.3 Умеет на основе анализа и сравнения выбирать и применять	Контрольная работа	Да	Нет
поставленной задачи в области прикладной математики и информатики	Вопросы к экзамену Контрольная работа Вопросы к экзамену	Да	Да Нет Да
ПК-5.3 Знает: основные термины, понятия и особенности подходов, используемые при анализе данных, ПК-5.3 Знает: Основные термины, ПОМОЩЬЮ методов механики сплошных сред.	Контрольная работа	Да	Нет

ПК-5.5 Умеет: формализовывать задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимость использования количественных и качественных оценок, производить статистические расчеты с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также последующую аналитическую работу с полученными данными	Уметь формализовывать задачи механики сплошных сред, разрабатывать алгоритм численного решения с применением соответствующих математических методов и информационных технологий, а также производить последующую аналитическую работу с полученными данными	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да
УК-1.3 Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач	Владеть методами обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач механики сплошных сред	Контрольная работа	Да	Нет
		Вопросы к экзамену	Нет	Да

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

Контрольные работы для текущего контроля успеваемости

Контрольная работа 1

№ п/п	Задания	Варианты ответов
1	Тензор напряжений в точке P , отнесенный к осям $Ox_1x_2x_3$, имеет вид $\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 10 & -5 & 0 \\ -5 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 15 \end{pmatrix}$ Определить касательное напряжение, на площадке с заданной внешней нормалью \overline{n} , направляющие косинусы которой, относительно координатных осей, равны между собой.	$\mathbf{A} \ \sigma_{S} = \sqrt{\frac{569}{6}}$ $\mathbf{B} \ \sigma_{S} = \frac{17}{3};$ $\mathbf{C} \ \sigma_{S} = \frac{2}{3}\sqrt{122};$ $\mathbf{D} \ \sigma_{S} = \sqrt{\frac{259}{3}};$ $\mathbf{E} \ \sigma_{S} = \frac{\sqrt{17}}{3}.$
2	Найти второй инвариант тензора напряжений задачи 1	A H_{Σ} =-175; B H_{Σ} =225; C H_{Σ} =175; D H_{Σ} =125; E H_{Σ} =65.
3	Найти сумму всех элементов девиатора $\sum_{ij} S_{ij}$ тензора напряжений задачи 1	A-10; B 27; C 30 D 12; E 17.
4	Найти сумму главных значения тензора напряжений $\sigma_{I} + \sigma_{I\!I} + \sigma_{I\!II}$ задачи 1	A 27; B 25; C 9; D 18; E 0.
5	Найти главную ось, соответствующую главному напряжению $\sigma_{I\!\!I}$ =15 тензора напряжений задачи 1	$\mathbf{A} \begin{vmatrix} \vec{n} = \left(1/\sqrt{2}, 1/\sqrt{2}, 0\right) \\ \mathbf{B} \end{vmatrix};$ $\mathbf{B} \begin{vmatrix} \vec{n} = \left(1/\sqrt{6}, 1/\sqrt{6}, -2/\sqrt{6}\right) \\ \vec{n} = \left(0, 0, 1\right) \end{vmatrix};$ $\mathbf{D} \begin{vmatrix} \vec{n} = \left(1/\sqrt{3}, 1/\sqrt{3}, 1/\sqrt{3}\right) \\ \vec{E} \end{vmatrix};$ $\mathbf{E} \begin{vmatrix} \vec{n} = \left(1/\sqrt{2}, -1/\sqrt{2}, 0\right) \end{vmatrix};$
6	Найти среднее значение нормального напряжения тензора напряжений задачи 1	A 9; B 37/3; C 10/3. D 7/3; E 17/3.
7	Найти уравнение поверхности Коши для указанного напряженного состояния в точке в задаче 1	
8	Найти неизвестные компоненты матрицы преобразований $A = \begin{pmatrix} 0 & ? & ? \\ ? & 1/2 & -1/2 \\ -1/\sqrt{2} & 1/2 & -1/2 \end{pmatrix}$	$\begin{array}{ll} \mathbf{A} & a_{12} = 1/\sqrt{2} \ ; \ a_{13} = a_{21} = 1/\sqrt{3} \ ; \\ \mathbf{B} & a_{21} = 1/\sqrt{2} \ ; \ a_{12} = a_{13} = 1/2; \\ \mathbf{C} & a_{12} = 1/\sqrt{6} \ ; \ a_{13} = a_{21} = 1/\sqrt{3} \\ \mathbf{D} & a_{12} = 1/\sqrt{3} \ ; \ a_{13} = a_{21} = 1/\sqrt{6} \ ; \\ \mathbf{E} & a_{12} = 1/\sqrt{2} \ ; \ a_{13} = a_{21} = 0 \ . \end{array}$

1.
 Дан закон движения континуума X1=x1(1-2e-3t), X2=x2, X3=x3(1-2e-3t). Определить компоненты скорости в эйлеровой форме.
 A
$$\overline{v} = -6e^{-3t}(x_1\overline{e_1} + x_3\overline{e_3})/(1-2e^{-3t})$$
. $\overline{v} = -6e^{-3t}(x_1\overline{e_1} + x_3\overline{e_3})/(1-2e^{-3t})$.

 2.
 В некоторой точке для тензора малых деформаций. $v = -1$ де v

Контрольная работа 3

Примерный вариант.

Задача 1. Условия неразрывности среды. Безвихревое движение среды.

- 1.1 Течение с полем скоростей $\vec{\mathbf{v}} = \frac{x_1^2 x_3}{2-t} \vec{e}_1 + \frac{A x_2}{2-t} \vec{e}_2 \frac{x_1 x_3^2 + 3 x_3}{2-t} \vec{e}_3$ удовлетворяет условию несжимаемости. Найти А?
- 1.2. Течение с полем скоростей является безвихревым $\vec{v} = \frac{Bx_3}{2-t} \vec{e}_1 + \frac{A\left(8+3x_3\right)}{2-t} \vec{e}_2 \frac{x_1+3x_2}{2-t} \vec{e}_3$ Найти A и B ?
- 1.3. Показать, что течение с полем скоростей $v_i = -2x_i/\left(x_1^2 + x_2^2\right)^2$ удовлетворяет условию несжимаемости.
- $\vec{\mathbf{v}} = \frac{Bx_3}{2-t} \vec{e}_1 \frac{3\left(8+3x_3\right)}{2-t} \vec{e}_2 \frac{x_1+3x_2}{2-t} \vec{e}_3.$

Задача 2. Условие равновесия напряжений. Условия неразрывности для деформаций.

 $2.1. \, \text{Заданный тензор напряжений имеет вид} \left[\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 2x_1x_2^3 & x_2^2 - 3x_3 & x_3^4 \\ x_2^2 - 3x_3 & x_1 - 2x_1^2 & \left(x_2 - x_3\right)^2 \\ x_3^4 & \left(x_2 - x_3\right)^2 & 4x_3x_1 \end{pmatrix} \right], \, \text{проверить}$

выполнение условий равновесия.

- 2.2 Заданный тензор напряжений имеет вид $\Sigma = \begin{pmatrix} x_3^2 + 2x_2 & x_2 2x_1 & 4x_3^2 x_2^2 \\ x_2 2x_1 & 3x_1 & x_2^2 7x_1^2 \\ 4x_3^2 x_2^2 & x_2^2 7x_1^2 & 3x_1 \end{pmatrix}$ Найти массовые силы в точке P(1, 2, 1) при условии, что выполняется уравнение равновесия
 - 2.3. Дано поле скоростей $\vec{\nabla} = \frac{2x_1}{3+t}\vec{e}_1 + \frac{x_2}{3+t}\vec{e}_2 + \frac{x_3}{3+t}\vec{e}_3$ найти уравнение траектории движения
 - 2.4. Дано поле скоростей $\vec{v} = \frac{2x_1^2}{4+t}\vec{e}_1 + \frac{3x_2^2}{4+t}\vec{e}_2 + \frac{2x_3^2}{4+t}\vec{e}_3$ найти уравнение линии тока
 - 2.5. Дан закон движения континуума $x_1 = X_1$

 $x_2 = e^t \left(X_2 + X_3 \right) / 2 + e^{-t} \left(X_2 - X_3 \right) / 2$, $x_3 = e^t \left(X_2 + X_3 \right) / 2 - e^{-t} \left(X_2 - X_3 \right) / 2$. Определить компоненты скорости в эйлеровой и дагранжевой форме и проверить условие неразрывности.

Задача 3. Теория упругости. Закон Гука

- $\sigma_{ij} = \lambda \delta_{ij} \varepsilon_{ik} + 2\mu \varepsilon_{ij}$ проделать операцию обращения и выразить ε_{ij} для $\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 2 & -2 & 0 \\ -2 & 2 & 6 \\ 0 & 6 & 2 \end{pmatrix}$.
- 3.2. Для закона Гука в виде $\boxed{arepsilon_{ij}=rac{1+
 u}{E}\sigma_{ij}-rac{
 u}{E}\delta_{ij}\sigma_{kk}}$ проделать операцию обращения и выразить $\boxed{\sigma_{ij}}$. Для $\boxed{arepsilon_{ij}=egin{pmatrix}1&-2&3\\-2&1&5\\3&5&1\end{pmatrix}}$, и $\boxed{
 u=-1/2}$ найти $\boxed{\sigma_{12}+\sigma_{13}+\sigma_{23}-2\sigma_{22}}$.
- 3.3. Для закона Гука в виде $\sigma_{ij} = \frac{E}{1+\nu} \left(\varepsilon_{j} + \frac{\nu}{1-2\nu} \delta_{ij} \varepsilon_{kk} \right)$ проделать операцию обращения и выразить u_i . Для $\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 2x_1 & 0 & 0 \\ 0 & x_2^2 & 5 \\ 0 & 5 & 1+4x_3 \end{pmatrix},$ и $\nu = -1/2$ найти компоненты вектора перемещения в точке P(1,3,1) (в точке P(0,0,0) u_i =0).
- 3.4. Определить вид функции плотности энергии деформации u^* и вычислить для заданного тензора $\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 9 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 9 \end{pmatrix}$ в изотропной среде, выразив u^* через технические константы.
- 3.5. Разложив каждый из тензоров напряжений и деформаций на шаровые части и девиаторы, представить плотность энергии деформации u^* в виде суммы плотности энергии расширения $u^*_{(S)}$ и плотности энергии искажения формы $u^*_{(D)}$. Определить вид функции $u^*_{(D)}$ через главные значения деформации для $\varepsilon_I = 2$, $\varepsilon_{II} = 4$, $\varepsilon_{II} = 6$ в изотропной среде.

Задача 1. Исследовать напряженно деформированное состояние с помощью функции Эри

- 1.1Найти связь между константами A и B, при которой функция $\varphi = Ax_1^2x_2^3 + Bx_2^5$ будет функцией напряжения Эри. Найти для нее деформацию и проверить выполнение уравнений совместности деформаций, считая, что реализуется случай плоского деформированного состояния.
- 1.2Найти какая задача о плоском деформированном состоянии отвечает следующей функции

$$\varphi = \frac{3}{4c} \left(xy - \frac{xy^3}{3} \right) + \frac{p}{4} y^2, \quad c, \quad p\text{-const}$$

- 1.3. Задана функция напряжения при решении плоской задачи теории упругости $\varphi = Ar + B\theta \cos(\theta)$. И сследовать напряженно деформированное состояние.
- 1.4. Исследовать напряженное и деформированное состояние прямоугольной консоли, если на нее действует нагрузка сосредоточенной силой на конце консоли (рис.) используя функцию напряжения $\overline{\varphi} = a_2 x y + b_4 x y^3$ (для определения констант используйте граничные условия). Толщина консоли равна 1

Задача 2. Решение двумерных краевых задач в полиномах. Задача об изгибе балки защемленной на одном конце сосредоточенной силой.

- 2.1 Призматический стержень из линейного упругого материала находится в равновесии под действием растягивающих усилий равномерно распределенных по торцевым сечениям, и при свободных боковых гранях (простое растяжение). Составить математическую модель для решения задачи. Найти компоненты тензора деформаций при заданной величине напряжений p на торцах.
- 2.2 Записать в общем виде функцию напряжения в полиномах для чистого изгиба балки. Составить математическую модель для решения задачи
- 2.3 Записать в общем виде функцию напряжения в полиномах для чистого изгиба балки под действием нормальных и касательных напряжений. Составить математическую модель для решения задачи
- 2.4 Слой упругого материала находится между двумя бесконечными плоскостями \bot оси у. По плоскости у=0 материал закреплен, на второй границе действует равномерно распределенное касательное напряжение $\boxed{\sigma_{12}=0}$. Деформирование возникающее при этом называют простым сдвигом. Составить математическу ю модель для решения задачи. Найти компоненты деформации.

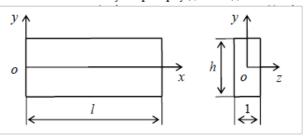
		•
№ п/п	Задания	Варианты ответов
1.	Разложив каждый из тензоров напряжений и деформаций на шаровые части и девиаторы, представить плотность энергии деформации u^* в виде суммы плотности энергии расширения $u^*_{(s)}$ и плотности энергии искажения формы $u^*_{(D)}$. Для заданных тензоров $\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & 3 \\ 0 & 3 & 2 \end{pmatrix}$ и $\varepsilon_{ij} = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 2 \\ 0 & 2 & 3 \end{pmatrix}$ найти $u^*_{(D)}$	$\mathbf{A} \begin{bmatrix} u_{(D)}^* = 5 \\ \mathbf{B} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{(D)}^* = 10 \\ \mathbf{C} \end{bmatrix} \mathbf{z}_{(D)}^* = 14 \end{bmatrix}$
2.	Для закона Гука в виде $\sigma_{ij} = \lambda \delta_{ij} \varepsilon_{kk} + 2 \mu \varepsilon_{ij}$ проделать операцию обращения и выразить ε_{ij} для $\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 2 & -2 & 0 \\ -2 & 2 & 6 \\ 0 & 6 & 2 \end{pmatrix}$, найти $\varepsilon_{12} + \varepsilon_{13} + \varepsilon_{23} - 2 \varepsilon_{22}$.	A $\frac{6\lambda}{3K\mu}$; B $\frac{6\lambda + 2\mu}{3K\mu}$; C $\frac{8\lambda}{3K\mu}$.
3.	Определить вид функции плотности энергии деформации u^* для случая плоского напряженного состояния изотропного тела, через технические константы при $\sigma_{11} = \sigma_{22} = 3$, $\sigma_{12} = -1$.	$ \begin{array}{c c} \mathbf{A} & \frac{2(5-4\nu)}{E}; \mathbf{B} & \frac{10(1-\nu)}{E}; \\ \mathbf{C} & \frac{1-9\nu}{E} \end{array} $
4	Призматический стержень из линейного упругого материала находится в равновесии под действием растягивающих усилий равномерно распределенных по торцевым сечениям, и при свободных боковых гранях (простое растяжение). Найти компоненты тензора деформаций при заданной величине напряжений р на торцах, через константы Ламе и вычислить первый инвариант тензора деформации, среду считать изотропной.	$\mathbf{A} = \frac{p}{3\lambda + 2\mu}; \mathbf{B} = \frac{p(\lambda - 2\mu)}{3\lambda + 2\mu};$ $\mathbf{C} = \frac{p(4\lambda + 2\mu)}{3\lambda + 2\mu}.$

Исследование напряженно - деформированного состояния в упругой области

Линейная теория упругости. Закон Гука. Решение плоской задачи теории упругости. Плоская задача в прямоугольной системе координат. Функция Эри. Плоская задача в полярной системе координат. Функция Эри.

Задача 1. Дана прямоуг ольная полоса-балка (рис. 1.1) длиной \underline{l} , высотой \underline{h} и толщиной, равной 1. Выражения для функции напряжений $\varphi(\underline{x},\underline{y})$ и числовые значения выбрать из табл. 1.1. Объемными силами пренебречь. Требуется:

- 1) проверить, можно ли предложенную функцию $\phi(\underline{x},\underline{y})$ принять для решения плоской задачи теории упругости;
- найти выражения для напряжений о_х, о_г и т_{ху};
- 3) построить эпюры напряжений $\underline{\sigma}\underline{x}$, $\underline{\sigma}\underline{y}$ и $\underline{\chi}\underline{x}\underline{y}$ для сечений $\underline{x}=\underline{x}$, и $\underline{y}=\underline{y}$;
- определить внешние силы (нормальные и касательные), приложенные ко всем четырем граням полосыбалки, дать их изображение на рисунке полосы-балки;
- 5) выполнить статическую проверку для найденных внешних сил

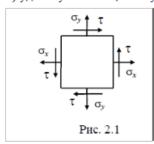


Puc. 1.1

вариант	функция напряжения	а	b	l	h	X _C	Уc
1	$a(x^4 - y^4) + bx^3y + xy^3$	1	1	5	1	1	0,2
2	$ax(x^2+y^2)+bx^2y+xy$	2	1	6	1	2	0,3
3	$ay\left(x^2+y^2\right)+bxy^2+xy$	2	1	5	2	2	0,4
4	$ax^3 + bx^2y + xy^2 + xy$	1	2	6	1	2	0,3
5	$a(y^4 - x^4) + bxy^3 + x^2y$	1	2	6	2	2	0,5
6	$ax^4 - 3ax^2y^2 + bxy^3$	2	2	4	2	1	0,5
7	$ax^{3}y - 3bx^{2}y^{2} + by^{4}$	2	1	4	2	1	0,5
8	$ax^4 - 3(a+b)x^2y^2 + by^4$	2	1	6	1	3	0,3
9	$axy^3 + x^3 + y^3 - bxy$	1	2	5	1	2	0,2
10	$ax^3y + 3bx^2y^2 - by^4$	2	1	5	2	2	0,4
11	$axy + bxy^3 + x^3$	1	1	5	1	1	0,2
12	$axy^3 - bx^4 + by^4 + x^2y$	2	1	6	1	2	0,3
13	$bx^2y^3 - bx^4 - axy^3$	2	1	5	2	2	0,4
14	$ax^2y^2 - by^4 - ax^4 + x^2y$	1	2	6	1	2	0,3
15	$axy^3 - bx^4 + by^4 + x^2y$	1	2	6	2	2	0,5
16	$y^3 + x^3 - axy + bx^3y$	2	2	4	2	1	0,5
17	$ax^3y - bx^2(x^2 + y^2)$	2	1	4	2	1	0,5

18	$\left xy^3 + b\left(y^4 - x^4\right) + ax^3y\right $	2	1	6	1	3	0,3
19	$axy^{3} + bx^{3}y + y^{4} - x^{4}$	1	2	5	1	2	0,2
20	$xy^2 + ax^2y - bx^3 + by^3x$	2	1	5	2	2	0,4
21	$\left ax^4 + ax^2y^2 - bx^2y^3\right $	2	2	4	2	1	0,5
22	$bx^3y - ax^2y^2 + y^4 + x^4$	2	1	4	2	1	0,5
23	$ax^4 - bx^3y + by^3x$	2	1	6	1	3	0,3
24	$\left axy^2 + x^3 + y^3 - bx^2y\right $	1	2	5	1	2	0,2
25	$ax^3y + ax^2y^2 - by^3x$	2	1	5	2	2	0,4

Задача 2. Стальной кубик находится под действием сил, создающих плоское напряженное состояние (рис. 2.1). Требуется найти: 1) главные напряжения и направления главных площ адок; 2) максимальные касательные напряжения; 3) относительные деформации $\mathfrak{g}_{\mathfrak{x}}$, $\mathfrak{g}_{\mathfrak{x}}$, $\mathfrak{g}_{\mathfrak{x}}$; 4) относительное изменение объема; 5) удельную потенциальную энергию деформации. Данные взять из табл. 2.1.

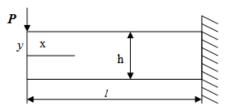


вариант	σ₃, МПа	σ, МПа	σ _{ху} =τ, ΜΠα
1	10	10	10
2	20	20	20
3	30	30	30
4	40	40	40
5	50	50	50
вариант	σ _x , MΠa	σ _у , МПа	σ <u>х</u> у=τ, ΜΠα
6	-60	-60	-60
7	-70	-70	-70
8	-80	-80	-80
9	-90	-90	-90
10	-100	-100	-100
вариант	σx, MΠa	σу, МПа	σχу=τ, МПа
11	-10	-10	-10
12	-20	-20	-20
4.0			
13	-30	-30	-30
13	-30 -40	-30 -40	-30 -40
14	-40	-40	-40
14 15	-40 -50	-40 -50	-40 -50 σχy=τ, ΜΠα 60
14 15 вариант	-40 -50 σ <u>x</u> , ΜΠα	-40 -50 σy, ΜΠα	-40 -50 σχy=τ, ΜΠα
14 15 вариант 16	-40 -50 σ _X , ΜΠα 60	-40 -50 σy, ΜΠα 60	-40 -50 σχy=τ, ΜΠα 60
14 15 вариант 16 17	-40 -50 σχ, ΜΠα 60 70	-40 -50 σy, ΜΠα 60 70	-40 -50 σχy=τ, ΜΠα 60 70

1. Показать, что заданный полином является функцией напряжения Эри и графически изобразить нагружения прямоугольной пластины (т.е. граничные условия, которым удовлетворяют коэффициенты полинома).

$$\varphi = a_2 \frac{x^2}{2} + b_2 x y + c_2 \frac{y^2}{2}$$
, если $a_2 \neq 0$; $b_2 = 0$; $c_2 = 0$.

- 2. Определить вид функции плотности энергии деформации u^* для случая плоского напряженного состояния, через технические константы.
- 3. Задана функция напряжения при решении плоской задачи теории упругости $\varphi = Ar\theta \cos(\theta)$. Проверить является ли он функцией напряжения.
- 4. Призматический стержень из линейного упругого материала находится в равновесии под действием растягивающих усилий равномерно распределенных по торцевым сечениям, и при свободных боковых гранях (простое растяжение). Найти компоненты тензора деформаций при заданной величине напряжений p на торцах, через константы Ламе.
- 5. Исследовать напряженное и деформированное состояние прямоугольной консоли, если на нее действует нагрузка сосредоточенной силой на конце консоли (рис.) используя функцию напряжения $\varphi = a_2 xy + b_4 xy^3$ (для определения констант используйте граничные условия). Толщина равна 1



3.0		
№ п/п	Задания	Варианты ответов
1.	Разложив каждый из тензоров напряжений и деформаций на шаровые части и девиаторы, представить плотность энергии деформации u^* в виде суммы плотности энергии расширения $u^*_{(5)}$ и плотности энергии искажения формы $u^*_{(D)}$. Для заданных тензоров $\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & 3 \\ 0 & 3 & 2 \end{pmatrix}$ и $\varepsilon_{ij} = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 2 \\ 0 & 2 & 3 \end{pmatrix}$ найти $u^*_{(D)}$	$\mathbf{C} \left[\mathbf{u}_{(D)}^* = 5 \right];$
2.	Течение с полем скоростей $\vec{v} = \frac{x_1^2 x_3}{2 - t} \vec{e}_1 + \frac{A x_2}{2 - t} \vec{e}_2 - \frac{x_1 x_3^2 + 3 x_3}{2 - t} \vec{e}_3$ удовлетворяет условию не сжимаем ост и. Найти A?	A 3; B 1; C 0; D -1; E 2.
3.	Для закона Гука в виде $\sigma_{ij} = \lambda \delta_{ij} \varepsilon_{ik} + 2 \mu \varepsilon_{ij}$ проделать операцию обращения и выразить ε_{ij} для $\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 2 & -2 & 0 \\ -2 & 2 & 6 \\ 0 & 6 & 2 \end{pmatrix}, \text{ найт и } \varepsilon_{12} + \varepsilon_{13} + \varepsilon_{23} - 2 \varepsilon_{22}.$	$A = \frac{8\lambda}{2K_{ij}}$;
4.	Определить вид функции плотности энергии деформации u^* для случая плоского напряженного состояния изотропного тела, через технические константы при $\sigma_{11}=\sigma_{22}=3$, $\sigma_{12}=-1$.	$ \begin{array}{c c} \mathbf{A} & \frac{2(5-4\nu)}{E} & \mathbf{B} & \frac{10(1-\nu)}{E} \\ \mathbf{C} & \frac{1-9\nu}{E} & \\ \mathbf{D} & \frac{2(5-3\nu)}{E} & \mathbf{E} & \frac{2(1-\nu)}{E} \end{array} $
j 5	Призматический стержень из линейного упругого материала находится в равновесии под действием растягивающих усилий равномерно распределенных по торцевым сечениям, и при свободных боковых гранях (простое растяжение). Найти компоненты тензора деформаций при заданной величине напряжений p на торцах, через константы Ламе и вычислить первый инвариант тензора деформации, среду считать изотропной.	
6	Задана функция напряжения при решении плоской задачи теории упругости $\varphi = Ar\theta\cos\left(\theta\right)$. Проверить является ли он функцией напряжения.	
7.	Исследовать напряженное состояние прямоугольной консоли, если на нее действует нагрузка сосредоточенной силой на конце консоли используя функцию напряжения $\varphi = a_2 x y + b_4 x y^3$.	$\mathbf{R} \sigma = 0, \sigma = 6b.xv, \tau = -a, -3b, v^2$

№ п/п	Задания	Варианты ответов
8	Используя связь между тензором напряжения σ_{ij} и тензором вязких напряжений τ_{ij} для ньютоновой жидкости найти связь между девиаторами этих тензоров σ_{ij} и σ_{ij} .	$\mathbf{B}\left[s_{ij}=t_{ij}\right];$
9.	В некоторой точке ньютоновой жидкости с нулевым коэффициентом объемной вязкости задан тензор напряжений $ \sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & 3 \\ 0 & 3 & 2 \end{pmatrix}. $ Найти σ_{ij} и вычислить $\sigma_{i1} + \sigma_{i2} + 2\sigma_{23}$.	B 5;
10	Для напряженного состояния $\sigma_{11}=\sigma_{33}=\sigma$, $\sigma_{13}=\tau$, $\sigma_{22}=\sigma_{23}=\sigma_{12}=0$ которое возникает при испытании на растяжение и кручение толстостенной трубы, получить уравнение кривой текучести в соответствии с критерием Мизеса, если предел текучести равен $\sigma_{r}/2$ ($\sigma-\tau>0$)	

Темы индивидуальных заданий для выполнения расчетно-графических работ для текущего контроля успеваемости

1. Движение, течение. Материальная производная.

1. Для совмещенных материальных и пространственных осей, задано поле перемещений сплошной среды

$$\begin{cases} x_1 = X_1 + \frac{1}{2}X_3, \\ x_2 = X_2 - \frac{1}{2}X_3, \\ x_3 = X_3 - \frac{1}{2}X_1 + \frac{1}{2}X_2. \end{cases}$$

- А). Определить компоненты вектора перемещения в материальной и пространственной форме.
- Б). Определить компоненты <u>пагранжевого</u> тензора конечных деформаций (описать физический смысл компонент полученного тензора). Найти его главные значения и главные направления и инварианты.
- В). Определить компоненты эйдерова тензора конечных деформаций (описать физический смысл компонент полученного тензора). Найти его главные значения и главные направления и инварианты.
- Г). Разложить вектор относительного перемещения в материальной форме на симметричную и антисимметричную части, пояснить полученный результат.
- Д). Разложить вектор относительного перемещения в пространственной форме на симметричную и антисимметричную части, пояснить полученный результат.

2. СКОРОСТЬ, УСКОРЕНИЕ, МГНОВЕННОЕ ПОЛЕ СКОРОСТЕЙ.

Дан закон движения

$$X_1 = x_1 - 2x_3 t^2$$
, $X_2 = x_2 - (x_1 + x_3) t^2$, $X_3 = x_3 - 3x_1 t^2$

Найти компоненты скорости частицы, находящейся в момент t=1 в точке P(1;1;1) в пространственной форме.

3. ТРАЕКТОРИИ. ЛИНИИ ТОКА. УСТАНОВИВШЕЕСЯ ДВИЖЕНИЕ.

Лано поле скоростей

$$\vec{\mathbf{v}} = \frac{2x_1^2}{(t+1)^3} \vec{e}_1 + \frac{4+x_2}{(t+1)^3} \vec{e}_2 + \frac{x_3^2}{(t+1)^3} \vec{e}_3$$

- **A)** Найти компоненты ускорения частицы, находящейся в момент t=1 в точке P(1;1;1).
- В) Уравнения линий тока.
- С) Уравнения движения.
- **D)** Определить вектор вихря скорости 2Ω в момент времени t=1.

4. СКОРОСТЬ ДЕФОРМАЦИИ. ЗАВИХРЕННОСТЬ,

Дано поле скоростей

$$\vec{\nabla} = \frac{2x_1^2 + x_2}{(t+1)^3} \vec{e}_1 + \frac{4x_2}{(t+1)^3} \vec{e}_2 + \frac{x_2 x_3^2}{(t+1)^3} \vec{e}_3$$

Определить вектор вихря скорости 2Ω в момент времени t=1.

5. ПРИРАЩЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ.

Для поля перемещений

$$\vec{u} = 2(X_1^2 + X_2)\vec{e}_1 + 2(X_1^2 + X_2^2)\vec{e}_2 + (X_3^2 + X_2)\vec{e}_3.$$

A) Определить относительное перемещение единичного вектора, идущего из точки Q(1;2;2) в точку R(1;4;6).

- **B)** Определить относительное перемещение $|d\overline{u}|$ в точке Q(1;2;2) в направлении оси $-X_1$.
- С) Найти изменения длины, приходящееся на единицу начальной длины (относительное удлинение) в направлении $|\vec{v} = (\vec{e}_1 + 2\vec{e}_2 + 2\vec{e}_3)/3|$ в точке Q(1;2;2).

Математические вычисления расчетно-графической работы, должны быть проверены с помощью пакета NU Octave (свободная система для математических вычислений, лицензия GNU General Public License свободное программное обеспечение)

Учебно-методическое обеспечение по расчетно-графической работе содержит 24 варианта по 7 заданий, методические указания для выполнения работы и представлено в практикуме: Башкинова Е.В. Основы описания деформационного движения и течения сплошной среды: практикум по математическим моделям механики сплошных сред (учеб. пособие) Самара: РИО Самарск, гос. тех. ун-та, 2015. - 56 с

Вопросы к коллоквиуму для текущего контроля успеваемости

- 1. Понятие сплошной среды.
- 2. Плотность.
- 3. Массовые и поверхностные силы.
- 4. Принцип напряжений Коши.
- 5. Вектор напряжений.

- Напряжённое состояние в точке.
 Тензор напряжений.
 Связь между тензором напряжений и вектором напряжений.
- 9. Равновесие сил и моментов.
- 10. Симметрия тензора напряжений.
- 11. Законы преобразования напряжений при изменении системы координат.
- 12. Поверхности Коши.
- 13. Главные напряжения.
- 14. Инварианты тензора напряжений.
- 15. Эллипсоид напряжений.
- 16. Максимальное и минимальное касательное напряжение.
- 17. Круги Мора для напряжений.
- 18. Плоское напряжённое состояние.
- 19. Девиатор и шаровой тензор напряжений.

Вопросы к зачету для промежуточного контроля успеваемости

- 1. Понятие сплошной среды. Плотность. Массовые и поверхностные силы.
- 2. Принцип напряжений Коши. Вектор напряжений. Напряжённое состояние в точке. Тензор напряжений.
- 3. Связь между тензором напряжений и вектором напряжений. Равновесие сил и моментов. Симметрия тензора напряжений.
- 4. Законы преобразования напряжений при изменении системы координат.
- 5. Поверхности Коши. Главные напряжения. Инварианты тензора напряжений. Эллипсоид напряжений.
- 6. Максимальное и минимальное касательное напряжение.
- 7. Круги Мора для напряжений.8. Плоское напряжённое состояние. Девиатор и шаровой тензор напряжений.
- 9. Основные понятия кинематики деформируемой среды. Векторы базиса. Радиус-вектор. Вектор перемещений.
- 10. Лагранжево и эйлерово описание движения. Градиенты деформаций и перемещений.
- 11. Тензоры деформаций, тензоры конечных деформаций.
- 12. Теория малых деформаций. Тензоры бесконечно малых деформаций.
- 13. Геометрический смысл тензоров линейных деформаций. Коэффициент длины.
- 14. Интерпретация конечных деформаций.
- 15. Представление тензора второго ранга в виде суммы симметричного и антисимметричного тензоров.

- 16. Относительные перемещения. Тензор и вектор линейного поворота.
- 17. Главные деформации. Инварианты деформаций.
- 18. Кубическое расширение. Шаровой тензор и девиатор деформаций.
- 19. Плоская деформация. Круги Мора для деформаций.
- 20. Уравнение совместности для линейных деформаций.
- 21. Понятия «движение» и «течение». Материальная производная. Скорость, ускорение. Мгновенное поле скоростей.
- 22. Понятия «траектория», «линия тока». Установившееся течение.
- 23. Скорость деформации. Завихрённость. Приращение деформации.
- 24. Физическая интерпретация тензоров скоростей деформаций и завихрённости.
- 25. Материальные производные от элемента объёма, элемента поверхности и линейного элемента.
- 26. Материальные производные от интеграла по объёму, площади поверхности, криволинейного интеграла.

Вопросы к экзамену для промежуточного контроля успеваемости

- 1. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности.
- 2. Теорема об изменении количества движения сплошной среды.
- 3. Уравнения движения. Уравнение равновесия.
- 4. Теорема об изменении момента количества движения.
- 5. Сохранение энергии, первый закон термодинамики. Уравнения энергии
- 6. Сохранение энергии, первый закон термодинамики, уравнение энергии.
- 7. Уравнение состояния. Энтропия. Второй закон термодинамики. Неравенство Клаузиса-Дюгема.
- 8. Диссипативная функция. Определяющие уравнения термомеханики.
- 9. Обобщенный закон Гука. Функция энергии и деформация.
- 10. Изотропные и анизотропные среды. Симметрия упругих свойств материала.
- 11. Изотропные среды. Упругие константы для изотропных сред.
- 12. Формулировка задачи теории упругости. Теорема единственности задачи упругости. Теорема единственности краевой задачи теории упругости.
- 13. Уравнения теории упругости в напряжениях (уравнение Бельтрано-Мичела)
- 14. Уравнения теории упругости в перемещениях (уравнение Новье-Стокса).
- 15. Постановка динамических задач в теории упругости. Принцип суперпозиции решения. Принцип Сен-Венана.
- 16. Гиперупругость. Поверхности напряжений и деформаций в R⁶.
- 17. Случай одноосного растяжения и сжатия.
- 18. Основные уравнения линейной термоупругости для изотропного тела.
- 19. Плоское напряженное состояние и плоская деформация.
- 20. Случай плоского деформированного состояния.
- 21. Основные соотношения двумерной теории упругости. Функция напряжения Эри.
- 22. Решение двумерных краевых задач в полиномах.
- 23. Определение перемещений при решении плоских краевых задач. Задача об изгибе балки, защемленной на одном конце сосредоточенной силой.
- 24. Решение двумерных задач при помощи рядов Фурье.
- 25. Двумерные задачи в полярных координатах. Вывод уравнения равновесия в полярной системе координат.
- 26. Метод решения двумерных задач в полярной системе координат при помощи функции Эри. Полярно симметричное распределение напряжений. Компоненты деформаций в полярной системе координат.
- 27. Упругое решение для толстостенной трубы.
- 28. Задача о вращающемся диске.
- 29. Схема решения задачи о диске переменной толщины.
- 30. Простейшая задача о концентрации напряжений.
- 31. Давление жидкости. Тензор вязких напряжений.

- 32. Баротропное течение. Определяющие уравнения для ньютоновские жидкости. жидкостей. Стоксовы и
- 33. Основные уравнения ньютоновской жидкости. Уравнения Навье-Стокса.
- 34. Установившееся течение. Гидростатика. Безвихревые течения.35. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли. Потенциальное течение. 34. Установившееся течение. Гидростатика. Безвихревые течения.
- 36. Основные положения и определения теории пластичности. Идеализированные программы пластического деформирования.
- 37. Принцип максимума и постулат Друкера. Диссипативная функция.
- 38. Условия пластичности. Критерии Треска и Мизеса. Поверхность текучести.

Задачи к экзамену для промежуточного контроля успеваемости

Пример Задания № 3 из экзаменационного билета.

- 1. Определить вид функции плотности энергии деформации u^* для случая плоского напряженного состояния, через технические константы.
- 2. Определить вид функции плотности энергии деформации u^* для случая плоского напряженного состояния, через константы Ламе.
- 3. Определить вид функции плотности энергии деформации u^* для случая плоского деформированного состояния, через технические константы
- 4. Определить вид функции плотности энергии деформации u^* для случая плоского деформированного состояния, через константы Ламе.
- 5. Призматический стержень из линейного упругого материала находится в равновесии под действием растягивающих усилий равномерно распределенных по торцевым сечениям, и при свободных боковых гранях (простое растяжение). Найти компоненты тензора деформаций при заданной величине напряжений p на торцах, через константы Ламе.
- 6. Призматический стержень из линейного упругого материала находится в равновесии под действием растягивающих усилий равномерно распределенных по торцевым сечениям, и при свободных боковых гранях (простое растяжение). Найти компоненты тензора деформаций при заданной величине напряжений p/2 на торцах, через технические константы.
- 7. Для состояния всестороннего равномерного растяжения силой p определить тензор деформации (через константы Ламе)
- 8. Для состояния всестороннего равномерного растяжения силой q определить тензор деформации (через технические константы)
- 9. Представить плотность энергии деформации u^* и выразить функцию для линейной изотропной среды через тензор деформации и технические константы, для проверки вычислить плотность

энергии для
$$\varepsilon_{ij} = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 2 \\ -1 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

10. Представить плотность энергии деформации u^* и выразить функцию для линейной изотропной среды через тензор деформации и константы Ламе, для проверки вычислить плотность энергии для

$$\varepsilon_{ij} = \begin{pmatrix} 4 & -1 & 2 \\ -1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 2 \end{pmatrix},$$

11. Представить плотность энергии деформации u^* и выразить функцию для линейной изотропной среды через напряжения и технические константы, для проверки вычислить плотность энергии

$$\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 9 & 0 & 4 \\ 0 & 9 & 1 \\ 4 & 1 & 9 \end{pmatrix}$$

12. Представить плотность энергии деформации u^* и выразить функцию для линейной изотропной среды через напряжения и константы Ламе, для проверки вычислить плотность энергии

$$\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 4 & 0 & 4 \\ 0 & 4 & 1 \\ 4 & 1 & 4 \end{pmatrix}$$

13. Разложив каждый из тензоров напряжений и деформаций на шаровые части и девиаторы, представить плотность энергии деформации u^* в виде суммы плотности энергии расширения $u^*_{(S)}$ и

- плотности энергии искажения формы $|\hat{u_{(D)}}|$. Выразить в изотропной среде $|\hat{u_{(S)}}|$ через технические константы и σ_{ij} . Вычислить для $\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 1 & -1 & -2 \\ -1 & 1 & 5 \\ -2 & 5 & 2 \end{pmatrix}$.
- 14. Разложив каждый из тензоров напряжений и деформаций на шаровые части и девиаторы, представить плотность энергии деформации u^* в виде суммы плотности энергии расширения $u^*_{(S)}$ и плотности энергии искажения формы $u^*_{(D)}$. Выразить в изотропной среде $u^*_{(S)}$ через константы Ламе и ε_{ij} . Вычислить для $\varepsilon_{ij} = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 2 \\ -1 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}$.
- 15. Разложив каждый из тензоров напряжений и деформаций на шаровые части и девиаторы, представить плотность энергии деформации u^* в виде суммы плотности энергии расширения $u^*_{(S)}$ и плотности энергии искажения формы $u^*_{(D)}$. Выразить в изотропной среде $u^*_{(S)}$ через константы Ламе и $\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 1 & -1 & -2 \\ -1 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 2 \end{pmatrix}$.
- 16. Разложив каждый из тензоров напряжений и деформаций на шаровые части и девиаторы, представить плотность энергии деформации u^* в виде суммы плотности энергии расширения $u^*_{(S)}$ и плотности энергии искажения формы $u^*_{(D)}$. Выразить в изотропной среде $u^*_{(S)}$ через технические константы и ε_y . Вычислить для $\varepsilon_y = \begin{pmatrix} 4 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & 1 \\ 0 & 1 & 4 \end{pmatrix}$.
- 17. Определить вид функции плотности энергии деформации u^* для случая плоского деформированного состояния, через константы Ламе и $\varepsilon_{11} = 2$, $\varepsilon_{22} = -1$, $\varepsilon_{12} = -6$.

 18. Разложив каждый из тензоров напряжений и деформаций на шаровые части и девиаторы,
- представить плотность энергии деформации u^* в виде суммы плотности энергии расширения $u^*_{(S)}$ и плотности энергии искажения формы $u^*_{(D)}$. Выразить в изотропной среде $u^*_{(D)}$ через технические константы и σ_{ij} . Вычислить для $\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 1 & -1 & -2 \\ -1 & 1 & 5 \\ -2 & 5 & 2 \end{pmatrix}$.
- 19. Разложив каждый из тензоров напряжений и деформаций на шаровые части и девиаторы, представить плотность энергии деформации u^* в виде суммы плотности энергии расширения $u^*_{(\mathcal{S})}$ и плотности энергии искажения формы $u^*_{(D)}$. Выразить в изотропной среде $u^*_{(D)}$ через константы Ламе и ε_{ij} . Вычислить для $\varepsilon_{ij} = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 2 \\ -1 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}$.
- 20. Разложив каждый из тензоров напряжений и деформаций на шаровые части и девиаторы, представить плотность энергии деформации u^* в виде суммы плотности энергии расширения $u^*_{(S)}$ и

плотности энергии искажения формы $u_{(D)}^*$. Выразить в изотропной среде $u_{(D)}^*$ через константы Ламе и

$$\sigma_{ij}$$
. Вычислить для $\sigma_{ij} = egin{pmatrix} 1 & -1 & -2 \\ -1 & 0 & 0 \\ -2 & 0 & 2 \end{bmatrix}$

21. Разложив каждый из тензоров напряжений и деформаций на шаровые части и девиаторы, представить плотность энергии деформации u^* в виде суммы плотности энергии расширения $u^*_{(S)}$ и плотности энергии искажения формы $u^*_{(D)}$. Выразить в изотропной среде $u^*_{(D)}$ через технические

константы и
$$\mathcal{E}_{ij}$$
. Вычислить для $\mathcal{E}_{ij} = \begin{pmatrix} 4 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & 1 \\ 0 & 1 & 4 \end{pmatrix}$.

- 22. Имеется состояние всестороннего равномерного сжатия $\sigma_{ij} = -p\delta_{ij}$ с данным тензором напряжения. Найти тензор деформаций через технические константы.
- 23. Слой упругого материала находится между двумя бесконечными плоскостями, перпендикулярными оси y. По плоскости y=0 материал закреплен, на второй границе действует равномерно распределенное касательное напряжение $\sigma_{12}=\tau$. Возникающее при этом деформирование называют простым сдвигом. Найти компоненты деформации.

Пример Задания № 4 из экзаменационного билета.

- 1. Исследовать напряженное состояние прямоугольной консоли, если на нее действует нагрузка сосредоточенной силой на конце консоли используя функцию напряжения $\varphi = a_3 x^3 / 6$. Графически изобразить нагружения прямоугольной пластины.
- 2. Исследовать напряженное состояние прямоугольной консоли, если на нее действует равномерная нагрузка используя функцию напряжения $\varphi = a_2 x^2 + b_3 x^2 y$.
- 3. Показать, что заданный полином является функцией напряжения Эри и графически изобразить нагружения прямоугольной пластины (т.е. граничные условия, которым удовлетворяют коэффициенты полинома), вычислить напряженное состояние. $\varphi = d_3 y^3/6$.
- 4. Найти какая задача о плоском деформированном состоянии отвечает следующей функции $\varphi = \frac{3}{4c} \left(xy \frac{xy^3}{3} \right) + \frac{p}{4} y^2 \,, \ c, p-const$
- 5. Найти какая задача о плоском деформированном состоянии отвечает следующей функции $\varphi = -Fyx^3(3d-2x), [F,d-const],$
- 6. Задана функция напряжения $\varphi = 5x^2 + 12xy + 3y^2$. Найти для нее деформацию и проверить выполнение уравнений совместности деформаций, считая, что реализуется случай плоского деформированного состояния.
- 7. Найти связь между константами A и B, при которой функция $\varphi = Ax^2y^3 + Bx^4y^2$ будет функцией напряжения Эри. Найти для нее тензор напряжений.
- 8. Исследовать напряженное состояние прямоугольной консоли, если на нее действует нагрузка сосредоточенной силой на конце консоли используя функцию напряжения $\varphi = a_2 x y + b_4 x y^3$.
- 9. Задана функция при решении плоской задачи теории упругости $\varphi = A\theta + B\sin\left(2\theta\right)$. Найти напряженно деформированное состояние
- 10. Задана функция напряжения при решении плоской задачи теории упругости $\varphi = Ar\theta \cos{(\theta)}$. Найти напряженно деформированное состояние
- 11. Задана функция напряжения при решении плоской задачи теории упругости $\varphi = Ar\theta \sin{(\theta)}$. Найти напряженно деформированное состояние

Пример Задания № 5 из экзаменационного билета.

- 1. Записать уравнения движения ньютоновской жидкости для безвихревого потенциального движения (через потенциал скорости ф)
- 2. Найти функцию давления $P(\rho)$ при баротропном течении жидкости с уравнением состояния $p = \lambda \rho^{n-1} (\lambda, \underline{n}$ -константы, $p_0 = \lambda \rho_0^{n-1}$).
- 3. Найти функцию давления $P(\rho)$ при баротропном течении жидкости с уравнением состояния $p = \lambda \rho^{n/2} (\lambda, \underline{n}$ -константы, $p_0 = \lambda \rho_0^{n/2}$).
- 4. Написать уравнение движения, выраженные через вектор скорости. для ньютоновской жидкости.
- 5. Используя связь между тензором напряжения $|\sigma_{ij}|$ и тензором вязких напряжений $| au_{ij}|$ для ньютоновой жидкости найти связь между девиаторами этих тензоров $|s_{ij}|$ и $|t_{ij}|$.
- 6. Найти выражение для мощности напряжений в ньютоновой жидкости с определяющими уравнениями $\left|\sigma_{ij}\right| = \left(-p + \lambda^* D_{kk}\right) \delta_{ij} + 2\mu^* D_{ii}$
- 7. В некоторой точке ньютоновой жидкости с нулевым коэффициентом объемной вязкости задан

тензор напряжений
$$\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 0 \\ 2 & 2 & 3 \\ 0 & 3 & 2 \end{pmatrix}$$
, найти τ_{ij}

- 8. В некоторой точке ньютоновой жидкости с нулевым коэффициентом объемной вязкости задан
- тензор напряжений $\left| \sigma_{ij} = \left| \begin{array}{ccc} 2 & -1 & 3 \\ 0 & 3 & -1 \end{array} \right| \right|$. Найти $\left| \overline{\tau_{ij}} \right|$.
- 9. В некоторой точке ньютоновой жидкости с нулевым коэффициентом объемной вязкости задан тензор напряжений $\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} -1 & 2 & 3 \\ 0 & 3 & 2 \end{bmatrix}$. Найти τ_{ij} .
- 10. Для напряженного состояния $\sigma_{11} = \sigma_{22} = \sigma$, $\sigma_{12} = \tau$, $\sigma_{33} = \sigma_{23} = \sigma_{13} = 0$, $\sigma_{12} = \sigma$, которое возникает при испытании на растяжение и кручение толстостенной трубы, получить уравнение кривой текучести в соответствии с критерием Треска, для случая простого растяжения предел текучести равен $|\sigma_y|/2$ и для случая чистого сдвига предел текучести 5|k|.
- 11. Для напряженного состояния
- 12. $|\sigma_{11} = \sigma_{33} = \sigma/3$, $\sigma_{22} = \sigma_{23} = \sigma_{12} = 0$, $\sigma_{13} = 2\tau$, которое возникает при испытании на растяжение и кручение толстостенной трубы, получить уравнение кривой текучести в соответствии с критерием Мизеса для случая чистого сдвига, предел текучести равен |k|/5
- 13. Для напряженного состояния $|\sigma_{11} = \sigma_{33} = \sigma$, $|\sigma_{13} = \tau|$, $|\sigma_{22} = \sigma_{23} = \sigma_{12} = 0|$ которое возникает при испытании на растяжение и кручение толстостенной трубы, получить уравнение кривой текучести в соответствии с критерием Мизеса, если предел текучести равен $|\sigma_y|/2$ ($|\sigma - \tau > 0|$)
- упругого материала находится между двумя бесконечными плоскостями, перпендикулярными оси y. По плоскости y = 0 материал закреплен, на второй границе действует равномерно распределенное касательное напряжение $\sigma_{12} = \tau$. Возникающее при этом деформирование называют простым сдвигом. Найти напряжения при которых возникнут пластические деформации используя критерий Мизеса.

Пример билета к экзамену для промежуточного контроля успеваемости

- 1. Обобщенный закон Гука. Функция энергии и деформация.
- 2. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли. Потенциальное течение.
- 3. Задача. Определить вид функции плотности энергии деформации u^* для случая плоского напряженного состояния, через технические константы.
- 4. Задача. Исследовать напряженное состояние прямоугольной консоли, если на нее действует нагрузка сосредоточенной силой на конце консоли используя функцию напряжения $\varphi = a_3 x^3 / 6$. Графически изобразить нагружения прямоугольной пластины.
- 5. Задача. Для напряженного состояния $\sigma_{11} = \sigma_{22} = \sigma$, $\sigma_{12} = \tau$, $\sigma_{33} = \sigma_{23} = \sigma_{13} = 0$, $(\overline{\sigma} \tau > 0)$ которое возникает при испытании на растяжение и кручение толстостенной трубы, получить уравнение кривой текучести в соответствии с критерием Треска, для случая простого растяжения предел текучести равен $\sigma_y/2$ и для случая чистого сдвига предел текучести 5|k|

Составил: Башкинова Е.В.

Утвердил: зав. каф. ПМиИ Радченко В. П.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

При проведении зачета и экзамена могут быть учтены результаты освоения дисциплины за семестр.

Минимальное и максимальное (общее) количество баллов за 5 семестр

Вид работы (контрольные точки)			Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов	Bec, %
1.	Контрольная работа 1		3	5	17
2.	Контрольная работа 2		3	5	17
3.	Контрольная работа коллоквиум	3,	6	10	33
4.	Контрольная работа расчетно-графическая работа	4,	6	10	33
ИТ	ОГО		18	30	100

Минимальное и максимальное (общее) количество баллов за 6 семестр

Вид работы (контрольные точки)		Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов	Bec, %
1.	Контрольная работа 5	3	5	25
2.	Контрольная работа 6	3	5	25
3.	Контрольная работа 7	3	5	25
4.	Контрольная работа 8	3	5	25
ИТ	ОГО	12	20	100

Критерии оценивания расчетно-графических работ

Расчетно-графическая работа состоит из нескольких пунктов, которые предстоит выполнить студенту. Баллы за КТ выставляются в зависимости от качества проделанной студентом работы: получение верного результата, понимание проделанной работы, устный ответ. Максимальное количество баллов за одну КТ по расчетно-графическим работам- 5 баллов.

Критерии оценивания контрольных работ

Каждая контрольная работа состоит из нескольких заданий, которые предстоит выполнить студенту. Баллы за КТ выставляются в зависимости от качества проделанной студентом работы. Максимальное количество баллов за одну КТ по контрольным работам - 5 баллов.

Критерии оценивания коллоквиума

Коллоквиум состоит из нескольких вопросов, на которые предстоит ответить студенту. Баллы за КТ выставляются в зависимости от количества правильных ответов и их полноты. Максимальное количество баллов за одну КТ по коллоквиуму - 5 баллов.

Критерии и шкала оценивания результатов изучения дисциплины на промежуточной аттестации

Шкала оценивания

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций 95% более (в соответствии с картами компетенций ОП): студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций на 75% и более (в соответствии с картами компетенций ОП): обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи,

предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций 60% и более (в соответствии с картами компетенций ОП): обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно» — выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций менее чем 59% (в соответствии с картами компетенций ОП): при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.